

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-183605

(43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl.

G02B 27/28
G02B 5/32
G02F 1/13357
G03B 21/00
G03H 1/04
G09F 9/00
H04N 5/74
H04N 9/31

(21)Application number : 2000-025452

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 02.02.2000

(72)Inventor : KURATOMI YASUNORI
OGIWARA AKIFUMI

(30)Priority

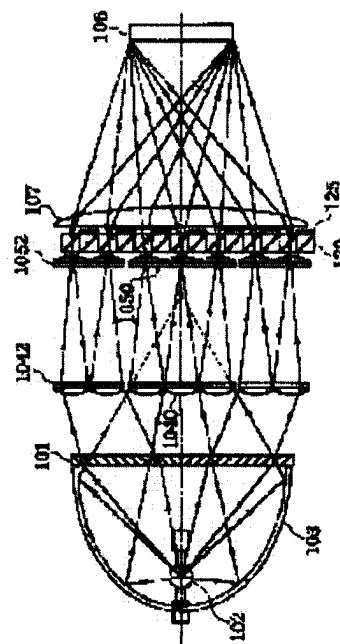
Priority number : 11027574	Priority date : 04.02.1999	Priority country : JP
11069751	16.03.1999	JP
11195595	09.07.1999	JP
11284392	05.10.1999	JP
11289578	12.10.1999	JP

(54) FLOODLIGHTING AND DISPLAY DEVICE USING OPTICAL ELEMENT FOR DIFFRACTION AND SCATTERING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively provide a luminaire, which uniformly illuminates an object to be illuminated with a high light use efficiency, and a device or the like which displays a picture superior in color, visual field characteristics, brightness, and its uniformity.

SOLUTION: A diffracting optical element is used. Especially, scattering anisotropy and change of the diffraction efficiency based on its angle of incidence and wavelength are used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-183605

(P2001-183605A)

(43) 公開日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 4 9
5/32		5/32	2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/13357		G 0 3 B 21/00	D 2 H 0 9 9
G 0 3 B 21/00		G 0 3 H 1/04	2 K 0 0 8
G 0 3 H 1/04		G 0 9 F 9/00	3 6 0 E 5 C 0 5 8
審査請求 有 請求項の数73 O L (全 34 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-25452(P2000-25452)

(22) 出願日 平成12年2月2日(2000.2.2)

(31) 優先権主張番号 特願平11-27574

(32) 優先日 平成11年2月4日(1999.2.4)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-69751

(32) 優先日 平成11年3月16日(1999.3.16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-195595

(32) 優先日 平成11年7月9日(1999.7.9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 蔵富 靖規

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 荻原 昭文

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100101823

弁理士 大前 要

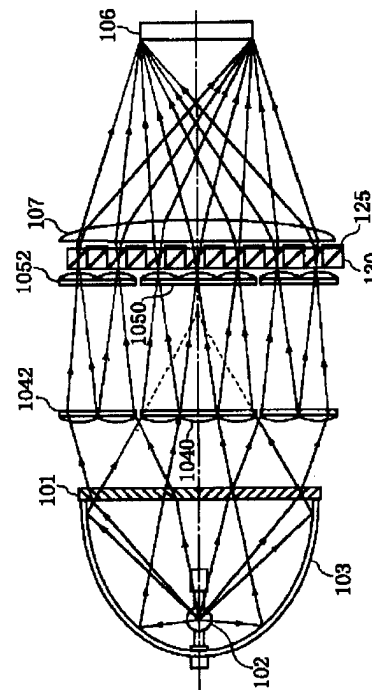
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折、散乱をなす光学素子を使用した投光、表示装置

(57) 【要約】

【課題】 被照明物体を均一かつ高い光利用効率で照明する照明装置及び色彩、視野特性、明るさとその均一性に優れた画像を表示する装置等を安価に提供する。

【解決手段】 回折光学素子を使用する。特に、その入射角度や波長による散乱異方性、回折効率の変化を利用する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、

前記光源からの光束を被照明体に均等に集めるべく複数の微小領域を 2 次元に配置した回折光学素子と、
前記回折光学素子を透過した光束を被照明体に均等に集めるべく上記複数の各微小領域に対応する複数の微小レンズを 2 次元に配置した導目レンズとを有していることを特徴とする照明装置。

【請求項 2】 前記回折光学素子の後流側へ位置し、より後流側の偏光透過手段を通過する偏光成分はそのまま透過させ、通過しない偏光成分は分離させる偏光分離手段と、

該偏光分離手段の分離した偏光の偏波面をより下流の偏光透過手段に対応した角に回転させて前記導目の目レンズに入力させる偏波面回転手段を具備することを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 3】 前記回折光学素子の上流側に設けられ、光源から出力される光束を複数の色光に分離せしめ、かつ分離された各色の光束毎に波長から定まる適切な角度で前記回折光学素子に入射せしめる色分離手段を有していることを特徴とする請求項 1 若しくは請求項 2 記載の照明装置。

【請求項 4】 前記色分離手段は、

上記分離した複数の色の光束のうち特定の色のみを選択的に反射せしめる各色用のダイクロミックミラーを光源の光軸に対して各々互いに異なる所定の角度で交差させつつ組み合わせてなるダイクロミックミラー型色分離手段であることを特徴とする請求項 1 若しくは請求項 2 記載の照明装置。

【請求項 5】 前記色分離手段は、

上記分離した複数の色の光束のうち特定の色のみを選択的に反射せしめる各色用のダイクロミックミラーを光源の光軸に対して各々互いに異なる所定の角度で交差させつつ組み合わせてなるダイクロミックミラー型色分離手段であることを特徴とする請求項 3 記載の照明装置。

【請求項 6】 前記光源から出力される光束を光軸に対して前記光学素子に対して最適な入射角となるよう鋭角に回折せしめる入射角調節用回折光学素子を有していることを特徴とする請求項 1 若しくは請求項 2 記載の照明装置。

【請求項 7】 光源と、該光源の出力光を反射し集光する反射鏡とを有する照明装置において、
上記反射鏡の開口部に位置し、更に上記光源の出力光の中で上記反射鏡により反射された光はそのまま透過させ、この一方反射されずに直接反射鏡の開口部より外部方向に出力される光束は、直角からある程度反光軸側に斜いて入射することとなるためこれを被照明物を照射することとなるように回折せしめる回折手段を有していることを特徴とする照明装置。

【請求項 8】 反射鏡により一旦反射され、所定の角度

等を有して集光される第 1 の光束を被照明体に適切に照射させる一組の光学系からなる光軸側のインテグレータと、

反射鏡により反射されず前記回折手段により回折され、集光される第 2 の光束を被照明体に適切に照射させる一組の光学系からなる外周側インテグレータとを有していることを特徴とする請求項 7 記載の照明装置。

【請求項 9】 前記反射鏡は楕円面鏡であり、

更に、

前記光軸側インテグレータは、

前記光源からの光束を被照明体に均等に複数の微小領域を 2 次元に配置した光学素子と、
前記光学素子を透過した光束を被照明体に均等に集めるべく上記複数の各微小領域に対応する複数の微小レンズを 2 次元に配置した光学素子とを有していることを特徴とする請求項 8 記載の照明装置。

【請求項 10】 前記外周側インテグレータは、

前記回折手段にて回折された光学系からの光束を被照明体に均等に集めるべく複数の微小領域を 2 次元に配置した光学素子と、

前記光学素子を透過した光束を被照明体に均等に集めるべく上記複数の各微小領域に対応する複数の微小レンズを 2 次元に配置した光学素子とを有していることを特徴とする請求項 8 記載の照明装置。

【請求項 11】 前記光軸側インテグレータと外周側インテグレータは、

各々の複数の各微小領域が集める光が共に、同一の被照明物体上で概ね重畳される内外重畳型インテグレータであることを特徴とする請求項 8、請求項 9 若しくは請求項 10 記載の照明装置。

【請求項 12】 前記光軸側インテグレータと外周側インテグレータは、照明装置の下流側へ位置する偏光透過手段を通過する偏光成分はそのまま透過させ、通過しない偏光成分は分離させる偏光分離手段と、

該偏光分離手段の分離した偏光成分を上記下流側の偏光透過手段に対応した角に回転させる偏波面回転手段とを有していることを特徴とする請求項 8、請求項 9 若しくは請求項 10 記載の照明装置。

【請求項 13】 前記光軸側インテグレータと外周側インテグレータは、

各々の複数の各微小領域が集める光が共に、同一の被照明物体上で概ね重畳される内外重畳型インテグレータであることを特徴とする請求項 11 記載の照明装置。

【請求項 14】 前記回折手段は、

ホログラムよりなるホログラム型回折手段であることを特徴とする請求項 7、請求項 8、請求項 9 若しくは請求項 10 記載の照明装置。

【請求項 15】 前記回折手段は、

ホログラムよりなるホログラム型回折手段であることを特徴とする請求項 11 記載の照明装置。

【請求項 16】 前記回折手段は、ホログラムよりなるホログラム型回折手段であることを特徴とする請求項 12 記載の照明装置。

【請求項 17】 前記回折手段は、ホログラムよりなるホログラム型回折手段であることを特徴とする請求項 13 記載の照明装置。

【請求項 18】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 8、請求項 9 若しくは請求項 10 記載の照明装置。

【請求項 19】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 11 記載の照明装置。

【請求項 20】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 12 記載の照明装置。

【請求項 21】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 13 記載の照明装置。

【請求項 22】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 14 記載の照明装置。

【請求項 23】 前記中心側及び外周側のインテグレートタの少なくとも一方の少くも 1 の光学素子がホログラフィックレンズを使用していることを特徴とする請求項 15、請求項 16 若しくは請求項 17 記載の照明装置。

【請求項 24】 所定の角度範囲内より入射する光束を概ね散乱し、かつ該所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず透過させる散乱異方向性を有する散乱スクリーンと、該散乱スクリーンに対して投写する画像の入射角度が概ね上記所定の入射角度範囲内であるそして該散乱スクリーンに投写画像を概ね結像させる投写型画像表示手段と、前記散乱スクリーンの反入射光側表面側に設置されたそして焦点が前記投写型画像表示手段の近傍でありそして散乱スクリーンにて散乱された入射光を所定の方向に曲げるフレネルレンズ等の光偏向手段とを有していることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 25】 光偏向手段としての前記フレネルレンズは、前記散乱スクリーンとの距離がフレネルレンズの焦点距離以下に配置され、これにより散乱スクリーンの画像を拡大表示する拡大表示フレネルレンズであることを特徴とする請求項 24 記載の画像表示装置。

【請求項 26】 所定の角度範囲内より入射する光束を

散乱し、かつ該所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず透過させるという散乱異方向性を有する、かつその裏方向表面側に散乱された入射光を所定の方向に曲げるホログラム等の光偏向手段が設置された散乱スクリーンと、

該散乱スクリーンに対する画像光の入射角度が概ね上記所定の入射角度範囲内であるそして該散乱スクリーンに投写画像を概ね結像させる投写型画像表示手段とを有していることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 27】 上記ホログラムは、その製作時の参照光入射角度が前記投写型画像表示手段の入射角と略等しく、かつ物体光入射角度分布が画像表示範囲と略一致する状態で製作された角度考慮型ホログラムであることを特徴とする請求項 26 記載の画像表示装置。

【請求項 28】 前記散乱スクリーンは、その入射光を散乱する入射角度が上記ホログラムの参照光入射角度と略等しい入射角度整合型散乱スクリーンであることを特徴とする請求項 26 若しくは請求項 27 記載の画像表示装置。

【請求項 29】 請求項 26 若しくは請求項 27 記載の発明の画像表示装置に使用するホログラムの製造方法であって、

上記参照光の入射角方向に対して散乱機能を持たない上記ホログラム製散乱スクリーン形成のために、ホログラム記録材料のレーザー光入射側に散乱スクリーンを配置する配置ステップと、上記散乱スクリーンが散乱せしめる方向から物体光を入射する入射ステップとを有していることを特徴とするホログラム製造方法。

【請求項 30】 請求項 28 記載の発明の画像表示装置に使用するホログラムの製造方法であって、上記参照光の入射角方向に対して散乱機能を持たない上記ホログラム製散乱スクリーン形成のために、ホログラム記録材料のレーザー光入射側に散乱スクリーンを配置する配置ステップと、上記散乱スクリーンが散乱せしめる方向から物体光を入射する入射ステップとを有していることを特徴とするホログラム製造方法。

【請求項 31】 上記配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有する垂直入射光選択散乱スクリーンを選定する散乱スクリーン選定ステップを有していることを特徴とする請求項 29 記載のホログラム製造方法。

【請求項 32】 上記配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有する垂直入射光選択散乱スクリーンを選定する散乱スクリーン選定ステップを有していることを特徴とする請求項 30 記載のホログラム製造方法。

【請求項 33】 物体光として収束光若しくは発散光を

選定する物体光角選定ステップを有していることを特徴とする請求項 29 記載のホログラム製造方法。

【請求項 34】 上記配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有する垂直入射光選択散乱スクリーンを選定する散乱スクリーン選定ステップを有していることを特徴とする請求項 30 記載のホログラム製造方法。

【請求項 35】 上記配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有する垂直入射光選択散乱スクリーンを選定する散乱スクリーン選定ステップを有していることを特徴とする請求項 31 記載のホログラム製造方法。

【請求項 36】 上記配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有する垂直入射光選択散乱スクリーンを選定する散乱スクリーン選定ステップを有していることを特徴とする請求項 32 記載のホログラム製造方法。

【請求項 37】 投写型画像表示手段と、前記投写型画像表示手段の下流側に配置され、該投写型画像表示手段からの出力画像光が投影される散乱スクリーンと、

前記散乱スクリーンの下流側前方に配置され、該散乱スクリーンからの散乱光を所定の方向に向ける偏向手段とを有していることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 38】 前記偏向手段は、フレネルレンズであることを特徴とする請求項 37 記載の画像表示装置。

【請求項 39】 前記偏向手段は、ホログラムであることを特徴とする請求項 37 記載の画像表示装置。

【請求項 40】 散乱スクリーンと反射部材と投写型画像表示手段とを有する画像表示装置であって、上記散乱スクリーンは、所定の角度範囲内より入射する光束を散乱し、かつ所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず透過させる散乱異方性を有する異方性散乱スクリーンであり、上記反射部材は、上記投写型画像表示手段からのそして上記散乱スクリーンを透過した若しくは散乱されて透過した画像光を反射するべく散乱スクリーンの背面に位置する背面反射部材であり、上記投写型画像表示手段は、前記散乱スクリーン近傍に結像し、かつその投写する画像光の入射角、一旦上記散乱スクリーンを透過し更に上記反射部材により反射されて再度上記散乱スクリーンに背面から入射する画像光の入射角の少くも一方が上記入射角を散乱させる所定の角度範囲内に位置する投写画像光被散乱配置型投写型画像表示手段であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 41】 前記画像表示装置は、

散乱スクリーンの表側表面に、投写型画像表示手段からの投写光は散乱せずに透過させるが、背景の散乱スクリーン側から入射してくる光は所定の方向に屈折させる光偏向手段を有していることを特徴とする請求項 40 記載の画像表示装置。

【請求項 42】 前記光偏向手段は、回折光学素子を使用した回折光偏向手段であることを特徴とする請求項 41 記載の画像表示装置。

【請求項 43】 前記回折光学素子がホログラムを使用したホログラム型光学素子であることを特徴とする請求項 42 記載の画像表示装置。

【請求項 44】 前記ホログラムは、可干渉な二光束の干渉露光により製作されていることを特徴とする請求項 43 記載の画像表示装置。

【請求項 45】 前記ホログラムは、その製作時の参照光入射角度が前記投写型画像表示手段の投写画像が前記反射部材により反射された後前記ホログラムに入射する角度と略等しくなるようにされている入射角度整合型ホログラムであることを特徴とする請求項 43 若しくは請求項 44 記載の画像表示装置。

【請求項 46】 前記ホログラムは、その製作時の参照光入射角度が、前記散乱スクリーンが入射光を散乱する所定の入射角度範囲内となるようにされている入射角度整合型ホログラムであることを特徴とする請求項 43 若しくは請求項 44 記載の画像表示装置。

【請求項 47】 請求項 45 若しくは請求項 46 記載の発明に使用するホログラムの製造方法であって、ホログラム記録材料のレーザ光入射面に、所定の入射角度範囲内より入射する光束を散乱せしめかつ上記所定の入射角度範囲外より入射する光束を概ね透過せしめる散乱異方性を有する散乱スクリーンを配置する散乱スクリーン配置ステップと、

上記所定の入射角度範囲内より物体光を入射し、上記所定の入射角度範囲外から参照光を入射せしめる光入射ステップと、

前記光入射ステップによって形成される干渉縞をホログラム記録材料に記録する記録ステップとを有していることを特徴とするホログラムの製造方法。

【請求項 48】 前記光入射ステップは、参照光の入射角度として前記投写型画像表示手段が前記散乱スクリーンに画像を入力する入射角と略等しい入射角整合入射ステップであることを特徴とする請求項 47 記載のホログラムの製造方法。

【請求項 49】 前記光入射ステップは、物体光の入射角度として、上記配置される散乱スクリーンの上記所定の入射角度範囲外とする物体光入射角整合入射ステップであることを特徴とする請求項 47 若しくは請求項 48 記載のホログラムの製造方法。

【請求項 50】 前記光入射ステップは、

参照光の入射角度として、前記投写型画像表示手段の投写画像が反射部材により反射された後散乱スクリーンに画像を入力する入射角と略等しいようにする参照光入射角整合ステップであることを特徴とする請求項47若しくは請求項48記載のホログラムの製造方法。

【請求項51】 前記光入射ステップは、参照光の入射角度として、前記投写型画像表示手段の投写画像が反射部材により反射された後散乱スクリーンに画像を入力する入射角と略等しいようにする参照光入射角整合ステップであることを特徴とする請求項49記載のホログラムの製造方法。

【請求項52】 前記散乱スクリーン配置ステップは、配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有することを特徴とする請求項47若しくは請求項48記載のホログラムの製造方法。

【請求項53】 前記散乱スクリーン配置ステップは、配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有することを特徴とする請求項49記載のホログラムの製造方法。

【請求項54】 前記散乱スクリーン配置ステップは、配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有することを特徴とする請求項50記載のホログラムの製造方法。

【請求項55】 前記散乱スクリーン配置ステップは、配置する散乱スクリーンとして、略垂直入射光線のみを選択的に拡散せしめる機能を有することを特徴とする請求項52記載のホログラムの製造方法。

【請求項56】 所定の角度範囲内より入射する光束を散乱させ、所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず透過せしめる散乱異方性を有する散乱スクリーンと、

前記散乱スクリーンの反入射光側に設置され、そして散乱光や透過光を所定の角度屈折させて透過させる光偏向手段とを有していることを特徴とする光制御素子。

【請求項57】 散乱スクリーンと光偏向手段と反射手段とを有する画像表示用の光制御素子であって、上記散乱スクリーンは、

所定の角度範囲内より入射する光束を散乱させ、所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず透過させる散乱異方性を有するものであり、

上記光偏向手段は、

上記散乱スクリーンの反入射光側に設置され、そして散乱スクリーンを通過してきた光束や上記反射手段からの反射光を所定の角度偏向して透過させるものであり、上記反射手段は上記光偏向手段の反入射光側に設置され、該光偏向手段を通過してきた光を反射するものであることを特徴とする光制御素子。

【請求項58】 前記光偏向手段は、

回折光学素子を使用した回折偏向手段であることを特徴

とする請求項56若しくは請求項57記載の光制御素子。

【請求項59】 前記回折光学素子は、ホログラムを使用したホログラム型回折光学素子であることを特徴とする請求項58記載の光制御素子。

【請求項60】 前記ホログラムは、その製作時の参照光入射角度が上記散乱異方性を有する散乱スクリーンの所定の入射角度範囲内とされた参照光入射角考慮ホログラムであることを特徴とする請求項59に記載の光制御素子。

【請求項61】 前記ホログラムは、前記散乱異方性を有する散乱スクリーンにより散乱された光を回折し偏向して出力する回折利用ホログラムであることを特徴とする請求項59若しくは請求項60記載の光制御素子。

【請求項62】 前記回折光学素子としてのホログラム作成時の物体光が、略平行光、収束光、発散光若しくは散乱光のいずれかであることを特徴とする請求項59若しくは請求項60記載の光制御素子。

【請求項63】 前記回折光学素子としてのホログラム製作時の物体光が、略平行光、収束光、発散光若しくは散乱光のいずれかであることを特徴とする請求項61記載の光制御素子。

【請求項64】 前記回折光学素子としてのホログラムは、これにより偏向された入射光が裏面に設置された反射手段により反射された後再度上記散乱スクリーンに入射する角度は、前記散乱スクリーンの所定の角度範囲外となる反射後入射角考慮ホログラムであることを特徴とする請求項59若しくは請求項60記載の光制御素子。

【請求項65】 前記回折光学素子としてのホログラムは、これにより偏向された入射光が裏面に設置された反射手段により反射された後再度上記散乱スクリーンに入射する角度は、散乱スクリーンの所定の角度範囲外となる反射後入射角考慮ホログラムであることを特徴とする請求項61記載の光制御素子。

【請求項66】 前記回折光学素子としてのホログラムは、これにより偏向された入射光が裏面に設置された反射手段により反射された後再度上記散乱スクリーンに入射する角度は、散乱スクリーンの所定の角度範囲外となる反射後入射角考慮ホログラムであることを特徴とする請求項62記載の光制御素子。

【請求項67】 前記回折光学素子としてのホログラムは、これにより偏向された入射光が裏面に設置された反射手段により反射された後再度上記散乱スクリーンに入射する角度は、散乱スクリーンの所定の角度範囲外となる反射後入射角考慮ホログラムであることを特徴とする請求

項 63 記載の光制御素子。

【請求項 68】 散乱スクリーンと光偏向手段と反射手段とを有する画像表示用の光制御素子を表示部の素子に有する反射型液晶表示装置であって、

上記散乱スクリーンは、所定の角度範囲内より入射する光束を散乱させ、所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず通過させる散乱異方性散乱スクリーンであり、

上記光偏向手段は、

上記散乱スクリーンの反射入射光側に設置され、そして散乱スクリーンを通過してきた光束や上記反射手段からの反射光を所定の角度屈折して通過させるものであり、上記反射手段は上記光偏向手段の反射入射光側に設置され、該光偏向手段を通過してきた光を反射するものであることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 69】 前記光偏向手段は、

回折光学素子を使用した回折偏向手段であることを特徴とする請求項 68 記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 70】 前記回折光学素子は、

ホログラムを使用したホログラム型光学素子であることを特徴とする請求項 69 記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 71】 散乱スクリーンと光偏向手段と半反射手段とを有する画像表示用の光制御素子であって、

上記散乱スクリーンは、

所定の角度範囲内より入射する光束を散乱させ、所定の角度範囲外より入射する光束を概ね散乱せず通過させる散乱異方性散乱を有するものであり、上記光偏向手段は、

上記散乱スクリーンの反射入射光側に設置され、そして散乱スクリーンを通過してきた光束や上記半反射手段からの反射光を所定の角度偏向して通過させるものであり、上記半反射手段は、

上記光偏向手段の反射入射光側に設置され、該光偏向手段を通過してきた光の一部をそのまま通過させ、残りを反射するものであることを特徴とする光制御素子。

【請求項 72】 前記光偏向手段は、

回折光学素子を使用した回折偏向手段であることを特徴とする請求項 71 記載の光制御素子。

【請求項 73】 前記回折光学素子は、

ホログラムを使用したホログラム型回折光学素子であることを特徴とする請求項 72 記載の光制御素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、投光装置、特に回折、散乱をなす薄膜光学素子を使用した画像投写装置や画像表示装置や照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の技術の高度化のもと、シーンあるいはスクリーン等の中央部と周辺部で画像の明度が均質な照明装置や照射領域の中央部と周辺部で光エネルギー

が均質な投光装置に対する要望が高くなり、このためかかる要望を充たすための照明装置が種々開発され、また提案されている。

【0003】 次に、近年の液晶、レーザそしてこれに伴うホログラム等の発達のもとで、回折、散乱等を利用して種々の機能、作用、効果をなす（あるいは、それらの技術を利用した）薄膜光学素子が画像の投写装置に広く採用されるようになってきている。

【0004】 まず、シーン等被投光部の中央と周辺部の照度が均一な照明あるいは投光装置について説明する。

【0005】 明るく、均一に物体を照明する照明装置は、液晶プロジェクタの照明光学系や、LC、LSI等の半導体デバイス製造時に用いられる投影露光装置等において重要な役割を担う。

【0006】 そして、これらに用いられる照明装置では、例えば図の1(a)に示すように、光源からの光束を一對の蠅の目レンズ（レンズアレイ）によるリレー光学系を介して物体を照明するものである。すなわち、ランプ102からの光束は、リフレクタ103で反射された後、第1の蠅の目レンズ104へ入射する。その際、ランプ（正確には発光体）102の像は、リフレクタ103及び第1の蠅の目レンズ104によって、第1の蠅の目レンズ104の各微小レンズに対応する第2の蠅の目レンズ105の各微小レンズ上に結像されるようになっている。更に、第2の蠅の目レンズ105の各レンズは、第1の蠅の目レンズ104を構成する各レンズの像を被照明物（体）106上に結像する。

【0007】 以上の構成により、第2の蠅の目レンズの各レンズが被照明物体上に結像する像は、リフレクタから出力される輝度分布の大きな出力光束を第1の蠅の目レンズの各レンズにより分割し、それらを被照明物体上に重ね合わせた結果となる。そして、この原理により、被照明物体における中央部に対する周辺部の明るさを80%以上とすることが可能となる。

【0008】 なおここに、蠅の目レンズを使用するのは、図1の(b)に示すようにレフレクターからの反射光は、その中心部若しくは光源対応部から離れた位置ほど光源から離れるためどうしてもエネルギー密度が小さくなり、また中心部は光源が存在するためその影となること等のため、そのままでは被投光面（物体）の中心と周辺部とで明度あるいはエネルギー密度が不均一となるのを補償するためである。

【0009】 また、蠅の目レンズを2個使用するの、1個だけでは周辺がぼやける等して十分な補償が困難なことによる。

【0010】 更にまた、より一層の補償をなすため、図1の(c)に示すように蠅の目レンズ104を構成する微小レンズ1041は被照明物体106と相似な形状となっているのが原則である。すなわち例えば、被照明物体が画像表示用の通常のスクリーンならば、縦横比が3

対4、ハイビジョン用スクリーンならば9対16等である。

【0011】その他、用途等にもよるが、蠅の目レンズは数cm角程度、微小レンズは数mm角程度、焦点距離は50～60mm程度等である。

【0012】ただし、これらの事項は、いわば周知技術であるためこれ以上の説明は省略する。

【0013】また、液晶プロジェクタの照明光学系に用いる場合には、インテグレートにより光利用効率をも向上せしめることができる。なおこの場合には、図2に示すように必要に応じて第2のレンズアレイ105と被照明物体（液晶パネル等の画像表示素子）106の間に集光を行なうコンデンサーレンズ107、色分解用ダイクロイックミラー、リレーレンズ、補助レンズ（いずれも不図示）が配置されるが、インテグレートとしての基本的機能は変わらない。

【0014】ところで、一般に、リフレクタにより反射された光束は略円形であるが、被照明物体（この場合は液晶パネル。本図1では106）は、例えば4対3あるいは16対9等の矩形である。そのためそのままでは被照明物体を照明する場合には、円形の光束は、円に内接する該矩形の面積比しか有効に活用されないことになる。これを矩形変換効率と呼ぶ。そして、例えば上述の4対3の矩形の物体の場合、矩形変換率は約61%である。そこでこれを向上させるため、特開平5-346557号の図2に開示されているように、インテグレートの第1の蠅の目レンズに用いるレンズの開口形状を被照明物体の形状と相似形の4対3とし、更に第1の蠅の目レンズの円形に照明される有効領域の中の各微小レンズを密に形成して、約80%に向上させたりしている。

【0015】次に、同じくそのままでは光源からの光束（光線）の中で有効に被照明物体を照明できるのは、反射鏡により一度反射され第1のレンズアレイに入射した光束だけである。何故ならば、光源から直接第1のレンズアレイを構成する微小レンズに入射した光束や開口部に向かう光束は、第2のレンズアレイにおける対応する微小レンズに入射できず、物体の照明に寄与しないからである。

【0016】さてここで、光源の発光体を中心として反射鏡により覆われている立体角を 4π で除した値を鏡立体角比と定義する。これは光源があらゆる方向に等しく発光していると仮定した場合に、反射鏡により反射される光束と光源からの全光束との比を表す。そして、この照明光学系における鏡立体角比は70%程度である。

【0017】そのため、例えばアイ・イー・イー・イー・トランザクションズ オン コンシューマーエレクトロニクス、第43巻、第3号、1997年、801頁～806頁（IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 3 AUGUST (1997)）

pp801-806）に開示されているように2種類の反射鏡を用いて、鏡立体角比を高くする試みもなされている。この原理を図3を用いて説明する。

【0018】本図において、光源102は、従来より在るレフレクタたる楕円面鏡103及び鏡立体角改善のための球面鏡113により覆われており、楕円面鏡の焦点及び球面鏡の中心は概ね光源の発光体の位置と一致させてある。そして、これにより従来楕円面鏡の開口部より逃げていた光束は球面鏡により光源へ反射され、再度光源から周囲に放出されるからである。

【0019】次に、薄膜光学素子を使用した画像の投写装置について説明する。

【0020】近年のホログラフィックスクリーンの発達、そしてこれに伴うにショールームや展示会若しくは店舗等で人目を引くために画像をショウウィンドウや窓等を兼ねたホログラフィックスクリーンに投写する装置が多数開発されている（特開平5-88020号公報、特開平9-33856号公報他）。これらはいずれも、ホログラムを例えばショウウィンドウや窓等のガラスを基板としてこれに張り付けてホログラフィックスクリーンを形成し、これに例えば斜めから画像（光）を投写し、観察者の方向へこの画像（光）を回折させて画像を表示するものである。この場合、ホログラムに特有の回折効率の角度依存性、すなわち所定の角度以外から大きくはずれた光束が入射すると回折効率低下する現象を利用して、画像を投写しない場合には観察者はガラスの向こう側にある展示物を見ることができ、暗室等でなくある程度明るい人通り等での人目を引く広告媒体として有用である。

【0021】また、ホログラフィックスクリーンの代わりに散乱異方性を有する光制御フィルムを用いることもなされている。ここに、散乱異方性を有する光制御フィルムとは、特定の角度範囲から入射する光を（大きく）散乱し（より正確には、投射画像を人が明瞭に視認する様に光を散乱し（結像し）、更にその結像光を反射側へ透過させる（注、完全な透明膜やこれに近い透明膜等ならば光はそのまま透過するため投射画像は人に見えず、白壁ならば後ろ側には透過しないため後ろからは投射画像は人に見えない。）。ただし、誤解の恐れもなく、一々正確に記載するのは煩雑となるので、単に「散乱」と記す。）、それ以外の角度で入射する光を（ほぼそのまま）透過させるものである。

【0022】ただし、ホログラフィックの原理及びその特徴等については、例えば 銅沼芳郎 著「干渉および干渉性（特に97～105頁）」共立出版刊、その他久保田敬弘 著「ホログラフィ入門」等に記載されている周知技術である。このため、それらについての説明は省略する。

【0023】ところでこの光制御フィルムを用いた場合には、像が最も明るく観察されるのが、例えば液晶プロ

ジェクタからなる投写型画像表示手段（なお、スクリーンが白布ならば通常の投写型画像表示手段と同じ作用をなす）とスクリーンを結ぶ延長線上となる。つまり、斜め下から画像を投写する場合には斜め上からスクリーンをのぞき込む形となる。さて、このような従来のホログラフィックスクリーンを用いた画像表示装置では、視野域（観察者が画像を明るく良好に観察できる角度範囲）を広げるために、物体光として例えば散乱光を用いる等としている（特開平8-202248号公報）。

【0024】この場合、ホログラムに固有の波長依存性により、干渉縞を露光するのに使用した波長（以下、「主波長」と略記する）に対して最も回折効率が高くなり、これからずれるに従って回折効率は低下する。更に、散乱される角度が入射波長により異なる結果、白色を表示しようとしてもどうしてもある程度色度が変わり、更に白色を表示可能な視野域が狭くなる。この様子を図4の（a）に示す。本図において、711は投射光であり、入はその入射主波長であり、入1はこれからずれた波長である。入1と入の波長の相違のもと、ホログラフィック700により異なる方向に回折している。

【0025】これを解決するため、ホログラムスクリーンでは異なる波長で多重露光を行うが、あるいは複数の層を積層化することで各色の回折範囲を重ねなければならない。しかしながら赤、緑、青のいわゆる3原色を代表する波長でホログラムを作成しても、実際の投写型画像表示手段から入射する光に含まれるすべての光に対して視野域を良好に一致させることは困難である。それゆえ、特に大画面化した場合の色再現性が悪く、左右で色が異なる等の不都合が生じる。更に、多重露光などの手間がかかるためホログラムスクリーンは非常に高価である。

【0026】すなわち、従来のホログラフィックスクリーンを用いた画像表示装置では、波長依存性や、角度依存性を持つ回折という現象に基づき機能を発揮するため、明るく、色再現性の優れた大きな画像を表示するのは困難であった。

【0027】更に、厳密には画像の投写技術ではないが、ホログラムのような薄膜を使用した光制御素子は画像表示装置の品位を向上させるための手段としての応用も検討されている。例えば、エスアイディー98、ダイジエスト、1139頁から1142頁（SID98DIGEST, pp. 1139 - 1142）に開示されているように、反射型液晶表示装置においては、入射外光が表面で反射して画像と同時に観察されるためコントラストの低下及び視認性の低下が生じうが、これを改善するために外光入射面にホログラムを設置する等である。

【0028】さて、このホログラムでは、特定の角度から入射する外光を回折し特定の方向に偏向せしめ反射型液晶表示装置の入射光とする。そしてこれにより、反射型液晶表示装置により変調後出力される画像と光入射側

の表面の直接反射光を分離するものである。更に、表示画像を明確に観察できる範囲を広げるため、ホログラム自身に散乱機能を持たせる場合もある（特開平8-202248号）。

【0029】ところで、ホログラムのみを用いた光制御素子の場合には、どうしても画像の色再現性が悪く、原画像に忠実な色調の表示が困難である。すなわち、ホログラムは回折効率に波長依存性がある。このため、ホログラムにより偏向され反射型画像表示装置の入射光となる回折光が、通常は太陽光、あるいは蛍光灯などのほぼ白色光である外光と波長スペクトルが異なることによる。

【0030】例えば、ホログラムを緑色（例えば波長514.5ナノメートル）レーザ光で作成した場合、赤、青色の回折効率が低下し緑色気味の入射光となる。このため、白色画像ならばどうしても緑気味になる。

【0031】これを解決するため、異なる波長（例えば赤、緑、青のいわゆる3原色）で多重露光を行うが、あるいは複数の層を積層化することで各色の回折範囲を重ねることが考えられる。しかし、多重露光の場合には形成される干渉縞が複雑になり高い効率を実現できず暗い画像となる。また、積層化すると高価で製作（製造）が困難である。特に積層化して作成した透過型のホログラムの場合には、回折効率の波長依存性が比較的緩やかに変化するため、各層によって一つの原色のみを選択的に対応させようとしても、他の色も同時に回折してしまう。例えば赤色に対して作成したホログラムで緑、青色も同時に回折され、このときこの2色は所望の方向から異なる方向に回折するため、結果的に効率を落としてしまうこととなる。

【0032】つまり投写型画像表示手段から入射するすべての波長の光に対して、画像視認可能範囲を良好に一致させることは困難である。特に、ショウウィンドウ等での表示等大画面化した場合の色再現性が悪く、左右で色が異なったりする。更に、多重露光等の手間がかかるためホログラムスクリーンは非常に高価である。

【0033】そこで、回折でなく散乱を利用する光制御フィルムをスクリーンとして用いることが考えられる。散乱の場合には波長依存性がないため、色再現性は良好であるが、最も明るく観察されるのは投写型画像表示手段とスクリーンを結ぶ線上となる。これを図4の（b）を用いて説明する。投写型画像表示手段502の投写画像は散乱スクリーン501に結像される。その結果、投写画像が散乱スクリーン501上に表示されるが、最も明るいのはスクリーンに垂直な方向ではなく、光線入射方向となるため、観察者506は上方から像を観察せねばならない。このため、各種機器の配置等に制約が生じることとなる。

【0034】このため、投写型画像表示手段の設置場所の都合上、斜め下（上）から画像を投写すると、斜め上

(下)からスクリーンをのぞき込まなければ明るい像を観察できない。それゆえ、ショールームで人目を引くため画像を表示しようとして、観察者が投写型画像表示手段をのぞき始める(仰ぎ見る)位置に来た場合のみ像を観察できることとなり、歩行中の者にとっては画像表示がなされていることに気がつくにくく、広告媒体としての機能発揮が不十分である。

【0035】それ以前に、高い位置に画像を表示して下側からのぞく、例えば地下街や広いビルの内部の通路に面したショールーム等において、天井からつり下げたプロジェクタからの投射画像を斜め下のガラスウィンドウに表示し、通行中の者がこの画像を見上げるようにするのは、歩行者の安全の面からも好ましくない場合が多く、あまり一般的でない。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一對の蠅の目レンズからなるインテグレータを使用した照明装置は、照明光の明るさの均一性が確保され、光の利用効率は高められるものの製造が複雑かつ困難であり、製造の歩留まりが低く、金型及び硝材が高価なため、どうしても高コストとなる。

【0037】また、鏡立体角比の改善のため球面鏡を使用すれば、

(1)光源の発光体を被覆するガラス管球のため球面鏡から戻ってきた光が楕円面鏡の焦点を必ずしも通過しないため、やはり集光ロスが生じる。

【0038】(2)楕円面鏡の第2焦点(F2)に集光される光束のケラレを避けるため、球面鏡をカバーする範囲に制約があるため、鏡立体角比を100%やそれ近くにすることはできない。

【0039】(3)一旦出力された光束が再度光源の発光体近傍に戻されるため光源の温度が上昇し、その寿命が低下する。

【0040】(4)新たに球面鏡を付加するため、コストのみならず重量が大幅に増加する。

【0041】また、ホログラム等を利用した画像の表示においては、上述の如く単にコスト等に問題があるだけでなく、それら以前に視野角度が狭い、色彩の再現の困難性、配置の制約等本来の性能が未だ不十分である。

【0042】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の課題を解決するためなされたものであり、その手段として以下のようにしている。

【0043】第1の発明群においては、1の発明は液晶プロジェクタの光源に用いられる照明装置において、スクリーン、感光体等を均等に照らすため、複数の微小領域を2次元的に配置してなる回折光学素子と同じく蠅の目レンズ(レンズアレイ)とを有する照明装置としている。

【0044】そして、回折光学素子と蠅の目レンズの各

微小領域は(原則として)1対1に対応してなり、前者に入射した光源光束は後者に収束光束として入射し、更に被照明物(体)(ここに、「物(体)」と記載するも、勿論領域、場所等を含む。)に到達する。これにより安価しかも光束の均等性の優れた照明装置となる。

【0045】なお、この照明装置は何か特別な理由でも有れば別であるが、原則として、楕円鏡、放物面鏡らのミラーを有し、更に回折光学素子等の各微小領域は宣伝広告用のスクリーン等で何か顧客の注意を引くため等特別の目的が有れば別であるが、被照明物体の平面形と相似等光利用の面から好適な形状とされているのは勿論である。

【0046】また、1の発明は、投写光の後流側に液晶プロジェクタ等の偏光を利用して光の透過を制御する偏光透過手段が存在する場合特にそうであるが、光の利用効率を向上させるべく偏光分離手段と偏波面回転手段を有している。そして、偏光分離手段は光の進行方向(後流)側へ位置する偏光透過手段をそれが開(ON)の場合にそのまま透過する偏光成分と透過しない偏光成分に分離し、前者の成分光はそのまま後流側へ透過させる。一方、後者の成分光は分離する。そして、偏波面回転手段が、この分離された偏光成分を透過する偏光成分になるよう偏波面を(原則)90度回転させ、この回転させた光を後流側へ透過させる。

【0047】また1の発明は、回折光学素子は波長により入射角の透過依存性が変化するため、各波長に応じて最適の入射角となるよう工夫したものである。従って、ホログラム等の回折光学素子製作時に、その用途のため参照光と物体方のなす角度が大きな場合に特に効果が発揮される。更にこの場合、照明装置の用途や光源の種類にもよるが、原則として赤、緑、青の3原則に分離して各原色毎に回折光学素子への最適な入射角となるようにされる。なお、高圧水銀ランプ、炭素アーク電極ランプ、白熱電球等光源の色温度の如何によつては、太陽光に近い色彩となるように角度、配置、反射率等に工夫がなされていても良い。

【0048】また1の発明においては、色分離手段としてダイクロイックミラーを採用している。このため、各色用のダイクロイックミラーは、反射する対象の色彩に相応して光源からの光軸に対して最適の角をなすように、そして(原則として)対象とする色の波長から定まる順に、配置されている。更に、反射された各色光は回折光学素子へ(原則としてほぼ同じ角度で)投射されることとなる。勿論、最下流側のダイクロイックミラーを除き、各ダイクロイックミラーは、反射対象外の色彩を透過させ、この透過した色の光は後流のダイクロイックミラーへ入射することとなる。

【0049】なおこの際、最後流のダイクロイックミラーは、実質的に透過すべき色の光束がないため、単なるミラーやグレーティングミラー等の一般的あるいは当該

色専用のミラーであっても良い（均等なものとして、本発明に含まれる）。

【0050】また、1の発明にあつては、第1の蠅の目レンズの役を担う回折光学素子の上流側に、光源（含む、ミラー、リフレクター）からの光束をこの第1の蠅の目レンズに最適な入射角となるよう光軸を曲げる入射角調整用回折光学素子を有している。このため、光源と第1の蠅の目レンズの役を担う回折光学素子等をほぼ直線状に配列することが可能となる。このため、装置がコンパクトになる。

【0051】また、1の発明においては、光源と集光（光源からの光を効率的に利用する。従って、1点等に集めることに限定されない。例えば、放物面鏡では、平行光となる。）用の反射鏡とを有する照明装置において、反射鏡の開口部やその後流（被照明物側）に薄い回折手段が設けられている。そしてこの回折手段は、一旦反射鏡にて反射された光束は直交若しくは（反射鏡の種類等にもよるが、光軸に対して多少開きぎみであったり光軸寄り一楕円面強等一であったりするがともかく）これに近い角度にて入射することとなるためそのまま通過させる。この一方、反射鏡に反射されずこのため従来ならばその開口部より外部へ逃げる筈の光源からの直接の光束は、回折手段に対し（光軸に対して多少開きぎみ）ある程度（大きな）斜の角度を有して入射するため、被照明物体の方へ向かうべく曲げられることとなる。そして、これにより、鏡立体角比がひいては光の利用率が向上する。

【0052】なお、この薄い回折手段は、光源と被照明物とを結ぶ光軸に対して直交して設けられるのが原則であるが、反射鏡の周辺部等は適宜丸味（立体的な丸味）を有していたり、光軸部は光源の丁度裏となるため口金のため通過光が存在しないことが多いので、かかる場合には一層の熱の放散のため中央に孔が設けられたりしていても良いのは勿論である。また、情況、必要に応じて他の集光用の光学素子、例えば凸レンズやフレネルレンズをも有しているのは勿論である。

【0053】また1の発明においては、反射鏡により一旦反射され、被照明物体に照射される光束と、反射鏡の開口部の主にその外周部で回折手段により回折されて被照明物体に照射される光束とは、光軸に対してなす角度等各種性質が異なる。このため、反射された光束をその性質に応じて適切に被照明体へ導く。そして光軸側（中心）に位置することとなる光学系と、回折された光束を適切に被照明物体へ導く外周側の光学系とを有している。

【0054】なおこの際、これらの光学系は一对の蠅の目レンズ又は回折光学素子と蠅の目レンズの組等を有する光学系からなっているのが光の収束等の面から好ましい。

【0055】また、光軸側と外周側のレンズ等は同一平

面をなすのが製造装置のコンパクト化等の面から好ましい。

【0056】また1の発明においては、特に1点や狭い領域に集めると言う意味での集光に適した楕円鏡にて反射された光束を集める光軸側インテグレータは、複数の微小領域を2次元に配置した蠅の目レンズ回折光学素子等の上流側の光学素子と、同じく微小領域を2次元に配列した蠅の目レンズ等の下流側光学素子とを有している。このため、光源からの光束は精度良好にそして均等に被照明物体を照射することとなる。

【0057】なおこの場合、必要に応じてコンデンサーレンズ等他の光学素子を有していても良い（むしろ、有するのが原則で有ろう）のは勿論である。

【0058】また1の発明においては、楕円鏡等にて反射されなかった光束を集める外周側のインテグレータは、複数の微小領域を2次元に配置した蠅の目レンズや回折光学素子等の上流側の光学素子と、同じく微小領域を2次元に配列した蠅の目レンズ等の下流側光学素子とを有している。このため、本来は鏡開口部を通して逃げるため利用されない筈の光束は精度良好にそして均等に被照明物体を照射することとなる。

【0059】このため、半導体装置等に利用する場合、被照物の光軸の中心部、外周部ともほぼ均一にしかもエネルギー密度の高い光が照射され、これにより露光時間の短縮等がなされる。

【0060】また1の発明においては、光軸の中心部、外周部とも光学系の光学素子は被照射物と相似やこれに近い形状等の微小レンズの2次元配列体からなり、しかも上流側と下流側で各微小レンズは光束を精度、均等性良く被照射物に入射させるため従来の照明装置と同様に対応になっている。

【0061】これにより、精度、均一性、光利用効率等が大きく改善される。

【0062】また1の発明においては、照明装置の下流側には通常の（高分子分散型でない）液晶表示等偏光を利用して画像の表示、光の通過の開閉（ON、OFF）をなす機器等がある。そして、この機器の表示特性、明度等を良くするため、照明装置の2つのインテグレータは偏光分離手段と偏波面回転技術とを有している。

【0063】そして、偏光分離手段は光源光（含む、反射光）を上述の機器の開の際に適した（通過する）偏光成分と該偏光成分に直交する偏光成分とに分離し、前者の成分はそのまま通過させ、後者の成分は反射等して分離させる。次に、偏波面回転手段は、この分離された成分光を上記通過した成分光と同じ偏光度を有するよう90°（勿論、多少の誤差は有りうる）回転させる。そして、この回転された偏光成分も当然上記機器へ入射される。このため、液晶表示装置の画面がより明るくなる等の効果が発揮される。

【0064】なお、後流側の集光用光学機器が透光に対

して、偏光依存性を有している場合も、本発明の効果が発揮される。更に、偏光を使用しない表示装置、例えば映画フィルム、での光源に使用する場合には、他の構成と換装可能とされていても良い。

【0065】また、1の発明においては、反射鏡の開口部に設けられている回折手段は容易に製作可能なため安価、かつ軽量のホログラムとしている。

【0066】また1の発明においては、中心側及び外周側のインテグレータの少くも一方の少くも一の光学素子は安価なホログラフィックレンズとしている。なおこの場合、例えば上流側は微小なレンズが平面(2次元)的に配列されたホログラフィックレンズであり、後流側は蠅の目レンズとされたりする。

【0067】第2の発明群においては、1の発明はショウウィンドウのケースを兼ねた本来透明やこれに近い(多少色づいている等のことも有りうる。)ガラス等のスクリーン等に入射光の角度に対して散乱異方性を有するスクリーン膜を設け、更にその反射光側に原則として密接して設けられたフレネル(回折)レンズ等の光の進行する角度を変更する手段とを有している。

【0068】そして、投写型画像表示手段(装置)が、スクリーンに画像光を投写した場合、その光束は入射角の関係でスクリーンをそのままでは透過せず、表面で散乱される、ひいては画像を反光源側から視認可能な様に結像させる位置に配置されている。そしてこれにより投写型画像表示手段から画像光が投写されている際には、人の往来のため多少明るい場所でもスクリーンに非常に明るく色彩の再現性の優れた画像が表示される。

【0069】ところでこの際、このスクリーンの反射光側に(間に、ショウウィンドウのガラスや反射防止膜等が存在することが多いであろうが、ともかくショウウィンドウならば原則として実質的には密接して)フレネルレンズが配置してある。

【0070】そしてその焦点が投写型画像表示手段の近傍(画像が実用上ぼやけたり、見難く成ったりしない位置。従って、同一位置も含む。)にあるフレネルレンズがこの散乱された光を(その集光性故に)観察者側に(ほぼ)平行に向ける。これにより、ショウウィンドウ等に明るく色彩も優れた画像が表示される。

【0071】そして勿論、投写型画像表示手段が画像光を投写していないときには、例えばフレネルレンズを上方に移動させることにより、散乱スクリーンは多くの場合観察者の目の高さやこれに近い位置にあるため散乱スクリーン面にはほぼ直交して入射される展示品からの光を(ほとんど)そのまま通過させ、ショウウィンドウ内の展示品等がそのまま見えることとなる。

【0072】また1の発明においては、(凸型の)フレネルレンズと散乱スクリーンの間隔は、フレネルレンズの焦点距離以下とされ、これにより観察には拡大された画像が表示されることとなる。

【0073】なお、通路(道路)等との位置関係で、ショウウィンドウとこれに表示された画像を見る人との距離がほぼ一定の範囲内にあるときには、このことを考慮してフレネルレンズの焦点距離が定められれば一層好ましくなる。また必要に応じてショウウィンドウのガラス、フレネルレンズ、散乱スクリーン等には反射防止膜等が形成されている。

【0074】また、1の発明においては、散乱異方性を有するスクリーンの裏(反光源側、観察者側)の表面に散乱光を表示に好ましい方向に回折等するホログラム等の光偏向手段が、光の反射等によるロスを無くするため原則として密接して(間に空気層等を設けない。ただし、散乱スクリーンとホログラム間に透明なガラス板や更には反射防止膜等が存在する場合は密接しては含まれる。)設置されている。更に、投写型画像表示手段は、スクリーンに対して投写光が散乱される角度となる位置に配置されている。そして、画像光を散乱スクリーンに投写すると、画像光が散乱されることにより、明るく色彩の再現性も良好な画像が表示される。更に、スクリーンの裏面のホログラムが画像光を観察者にとり最適な方向へ曲げる。

【0075】なお、投写型画像表示装置が画像光を投写していないときには、観察者は、ホログラム、散乱異方性を有するスクリーン等を介してショウウィンドウ内に展示された商品等を見ることが可能となる。なおまた、コスト等の面から好ましくは、このホログラムは可干渉な二光束の干渉露光にて製作されている。

【0076】また、1の発明においては散乱スクリーン背面のホログラムは、その製作時の参照光入射角度と投写型画像表示手段からの投写光の角度とが略等しく(具体的には視野角等の面からは $\pm 14^\circ$ 以下、良好な画像の面からは好ましくは $\pm 7^\circ$ 以内。また、同一の場合をも含む)かつ物体光入射角度と画像表示範囲とが略一致する(具体的には、 $\pm 10^\circ (= \tan 14^\circ)$ 以内、好ましくは $\pm 12^\circ (= \tan 7^\circ)$ %以内、より好ましくは $\pm 6^\circ$ 以内。)ようにしている。そしてこれにより明度、色彩の再現性、実際の使用時の各機器等の配置の自由度の面から優れたものとなる。

【0077】また、1の発明においては、散乱スクリーンの入射角を散乱する角度とホログラムの参照光入射角度が略等しい(具体的には $\pm 14^\circ$ 以内、好ましくは $\pm 7^\circ$ 以内、より好ましくは $\pm 3^\circ$ 以内)としている。これにより、優れた表示、各機器の配置の自由度の増大が得られる。

【0078】また、1の発明においては、色彩の再現性、画像の明度等の面から優れたホログラムを使用した画像表示装置とするため、ホログラム作成時のレーザ光や物体光の入射方向、散乱スクリーンの配置やその機能面からの選定に工夫を凝らしている。具体的には、1の発明においては、画像表示装置の使用態様、状態を考慮

の上、ホログラム製作時の物体光を収束光としたり発散光としたりしている。

【0079】同じく、1の発明においては、散乱異方性スクリーンの下流（反光源側）に光の進行方向を変化させる（回折させる）変更手段を有している。

【0080】これらの発明におけるホログラムの製造方法は、ホログラム記録材料のレーザ光入射面に、第2の散乱スクリーンを配置し、散乱角度範囲内より物体光を入射し、散乱角度範囲外から参照光を入射せしめることによって形成される干渉縞をホログラム記録材料に記録することを特徴とする。上記配置により物体光だけが散乱光となるため、散乱光を再生するホログラムを容易に作成できる。

【0081】回折効率を高くするためには、参照光の入射角度を投写型画像表示手段が散乱スクリーンに画像を入力する入射角と略等しくすることが好ましい。同時に物体光の入射角度を散乱スクリーンの散乱角度範囲外とすることで、画像非表示時にガラス基板の内部を観察できるホログラムとすることができ。

【0082】光反射部材に設置するホログラムを作成する場合には、参照光入射角度を投写型画像表示手段の投写画像が光反射部材により反射された後散乱スクリーンに裏面から入射する入射角と略等しく（構造的配置等の都合で5度程度の誤差は有りえる。好ましくは、2度以内。）している。

【0083】ガラス等の透明部材、鏡等の光反射部材、いずれの部材と組み合わせる場合でも、第2の散乱スクリーンとして、法線方向から入射する光線のみを選択的に拡散せしめる散乱スクリーンを用いることで入射画像を法線方向に偏向するホログラムを作成する。これを用いることでスクリーンの正面から明るい画像を観察できる。

【0084】これにより、散乱スクリーンは投写された画像光を散乱し、偏向手段が下流側へ居る観察者の方向へこの投写され、散乱された光を向ける。このため、視野域が広がる。

【0085】なお、第2の散乱スクリーンに入射する物体光は収束光、発散光いずれでもよく、画像を表示する範囲に応じて変えることができる。つまり物体光を収束光とすることにより画像を観察できる範囲は狭いが明るい画像表示が可能となる。それに対して、物体光を発散光とすることにより、画像は暗いが広い範囲で画像を観察させることができる。

【0086】また、1の発明においては、偏向手段を薄く、軽く、コストも低いフレネルレンズとしている。

【0087】また、1の発明においては、偏向手段を薄く、軽く、コストも低いホログラムとしている。

【0088】また、1の発明においては、入射角異方性を有する散乱スクリーンの背面に（原則として間に少くも空気層を介在させず）反射部材を設けており、また投

写型画像表示手段は、散乱スクリーンがダイレクトに入（投）射された光を角度の都合で散乱する、その背面（反光源側）の反射部材にて反射された背面からの入射光を散乱するの少くも一方がなされる位置に設けられている。そしてこれにより、投写型画像表示手段からの投写画像光は散乱スクリーン上に明るく、色彩の再現性良く表示される。しかも、広い角度から画像を観察することが可能である。なおこの場合、散乱スクリーンはハーフミラーであっても良い。特に、この場合には入射光が散乱されるときにはハーフミラーの両面から画像を観察することが可能となる。

【0089】また、現実の問題として、散乱スクリーン、反射部材更にはこれらを固定支持するガラス板には厚さがあるが、観察者が見る画像の大きさ、解像度に比較した場合この厚さによる画像のぶれ、ぼけは問題とならないのは言うまでもない。

【0090】また、1の発明においては、散乱スクリーンの表側（投写型画像表示手段や観察者側）に薄い偏向手段を設けている。そしてこの偏向手段は、投写型画像表示手段から投（入）射される画像光はそのまま（実際上反射、散乱することがない）透過させ、背面から入射される反射光、散乱光を観察者側の方へ向ける。

【0091】また、1の発明においては、偏向手段、更には回折光学素子としてのホログラム製作時の参照光の入射角度等が、使用時に投写される画像光の入射角度等を考慮して製作されている。

【0092】また、1の発明においては散乱異方性を有する散乱スクリーンとその背面（反光源側）に配置された光偏向手段とを有する光制御素子としている。そして、この光偏向手段は上述の各発明と同じく回折光学素子、特にホログラムであるのが価格、重量、画像の性質等の面から好ましい。また、同じくホログラムの製造に際しての干渉光の入射角、干渉等は光制御素子としての使用状態を考慮の上なされる。

【0093】また、1の発明においては、入射角についての散乱異方性を有する散乱スクリーン、入射光を回折させる光偏向手段、反射手段を有する光制御素子を反射型液晶表示装置の表示部に使用している。これにより、表示部表面に反射された外光は表示面を見る者の目に入らない方向へ向けられ、表示のため反射手段で反射された光は見る者の目に入る方向へ向けられる。

【0094】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施の形態に基づいて説明する。

【0095】以下、（第1-i）は、第1の発明群についての第iの実施の形態である。なお、第2の発明群についての第iの実施の形態は（第2-i）となる。

【0096】（第1-1の実施の形態）本実施の形態は、照明装置の低コスト化、軽量化のため、1の鏡の目レンズの換えて回折光学素子を使用するものである。

【0097】図5に本実施の形態の照明装置の構成を示す。ランプ102から出力された光束は、リフレクタ103で反射され、図に示す所定の角 θ にて回折光学素子101へ入射する。さて、この回折光学素子は微小領域に分割されており、各領域は入射した光束を蠅の目レンズ1051の対応する微小レンズに集光する。蠅の目レンズを構成する各レンズは、各々対応する微小領域の像を、コンデンサーレンズ107を介して被照明物体106上に結像する。

【0098】つまり、回折光学素子は入射角により入射光を適切に屈折させるため、丁度蠅の目レンズの役を担うこととなる。このため回折光学素子は蠅の目レンズと対をなすことでインテグレートとして作用し、被照明物体の照明光の明るさの均一性を高めつつ効率よく集光する役を担うものである。

【0099】図6に、この回折光学素子101の平面形状を示す。上述のごとく各微小領域1011の像が被照明物体に重畳されることにより、各部の照度の均一性を高めるのであるため、各微小領域は被照明物体と略相似的な形状とすることが好ましい。また、リフレクタから反射で出される光束は略円形であるが、本実施の形態で示すリフレクタの光軸と回折光学素子の法線として定義できる光軸が角度 θ をなして交わる場合には、回折光学素子に投影される光束の像はx軸を長軸とする楕円形となる。それゆえ回折光学素子は楕円形の有効領域1012中に微小領域を隙間なく配置せしめることが望ましい。

【0100】なお一般に、画像の縦横比は3対4、9対16等横が長い長方形であるため、画像の表示に使用する場合にはこの有効領域も横長となるようにするのが好ましい。

【0101】次に、本実施の形態にて使用する回折光学素子そのものについて説明する。

【0102】この回折光学素子は、二光束干渉露光あるいはCGH（コンピュータ・ジェネレチック・ホログラム、計算フォログラム）によって製作される位相型の体積ホログラム素子である。透過型及び反射型いずれの型も可能であり、図5に示す回折光学素子は透過型である。

【0103】この回折光学素子素子に用いるホログラム材料としては、例えば銀塩乳剤（漂白タイプ）、鉄をドーピングしたニオブ酸リチウム等のフォトリフラクティブ結晶、重クロム酸ゼラチン、フォトポリマー等の一般的なホログラム材料、干渉縞を凹凸の変化として記録するフォトレジスト（これらは電子ビーム描画、イオンビームエッチング、エンボス法等で形成される）やフォトサーモプラスチック、UVキュアラブル液晶（特願平9-327769号等）、液晶ポリマーとフォトレジストの混合物（特願平9-319346号）等がある。本実施の形態においては、フォトポリマーを用いた。

【0104】次に、この回折光学素子の製造方法につい

て説明する。

【0105】フォトレジストに電子ビーム描画等により計算された干渉縞を記録することも可能であるが、本実施の形態では、フォトポリマーに直接干渉縞を記録するものを採用した。

【0106】さて、一般にホログラムはレーザ光等可干渉な2光束を干渉させてできた干渉縞を、フォトポリマー等の記録材料に露光して製作される。なおここで、可干渉な2光束とは、干渉縞が形成可能な分離された2つの（原則）光束を意味する。

【0107】具体的には、以下の手順で製作（製造）した。

（1）清浄なガラス基板の片側にフォトポリマーをラミネートしてサンプルとする。（ガラス基板の光入射面に反射防止膜をコートしたものを用いてもよい）

（2）静置された上記サンプルに可干渉な2光束を照射する。（なお、2光束の一方は参照光となり、もう一方は物体光となる）

（3）数10～数100ミリジュール/平方センチメートル程度のエネルギーとなるまで露光する。この際、干渉縞の強弱に応じてフォトポリマー内で光重畳が進行し、干渉縞の強弱に応じた屈折率の分布が形成される。

（4）干渉縞に応じた所定の屈折率分布の生じた時点でフォトポリマーに強い紫外線を照射し、屈折率分布はそのまま保持しつつ反応を進行させ、屈折率分布を固定する。

（5）120℃、2時間程度のバーク処理を行い、屈折率分布はそのままで屈折率差のみを大きくする。

【0108】以上により回折光学素子が製作される。

尚、本実施の形態では、信頼性、特に耐久性、耐環境性を高めるため、上述の（4）と（5）の処理の間にUVシール処理を施した。これは、フォトポリマーの表面にUV硬化樹脂を薄く一様に塗布し、更にその上面をガラス基板でカバー後UV硬化樹脂を硬化させるものである。これにより、いわば表裏のガラス基板間にUV硬化樹脂を介してフォトポリマーを挟みこむものである。

（従って、本実施の形態では関係がないが、パトカー等の自動車のフロントガラス等に使用する場合、種々の情報の表示と併せて事故時のガラスの飛散防止の役をも担わせることも可能である。また、商業地のビルの通行人への宣伝、広告のために画像を表示するのを兼ねた窓ガラス等においては、更に断熱の役をも担わせることも可能である。）さて、このようにして製作した回折光学素子は、干渉露光した際の参照光と同一の方向から光を入射すると、物体光が再生される。なお、この際の入射光を再生光、再生される光を再生物体光と言う。

【0109】本実施の形態の回折光学素子の役割あるいは機能は、再生光を光源の出力光束とし、再生物体光として従来のインテグレートにおける第1の蠅の目レンズと等価な収束光を出力することにある。

【0110】次にまた、図7を参照しつつ上記回折光学素子の回折作用発揮のための製作手順を説明する。

【0111】本図の(a)に示すように、リファレンス用ホログラム作製サンプル701に参照光702と、例えば平面波703を蠅の目レンズ104に入射して形成される物体光704を干渉させて形成される干渉縞を記録する。なおこの際、ここで使用する蠅の目レンズ104が回折光学素子で置き換えた従来のインテグレートラを構成する第1の蠅の目レンズである。

【0112】本図の(b)に、このような干渉光により作製されたリファレンス用ホログラム705を用いて、回折光学素子用のサンプル706を露光する様子を示す。

【0113】すなわち、リファレンス用ホログラムに参照光と共役な再生光707を入射する。するとリファレンス用ホログラムから共役な再生物体光708が再生される。この共役な再生物体光708と第2の参照光709(共役な再生光707と必ずしも同一の角度でなくてもよい)との干渉縞を記録して回折光学素子が製作される。

【0114】再生時には、図8に示すように第2の参照光と共役な第2の再生光710を入射すると第1の蠅の目レンズに平面波が入射した場合の物体光704が再生される。実際には第2の再生光として、ランプの出力光束を用いればよい。

【0115】尚、第1の蠅の目レンズが収束光に対して、すなわち楕円面鏡をリフレクタとする光源に対して設計されている場合には、平面波に替えて収束光を蠅の目レンズに入射した際の出力光束をリファレンス用ホログラム作製時の物体光とすればよい。

【0116】さて、実際の製造においては、一度リファレンス用ホログラムさえ製作しておれば、本図の(b)に示した光学系において回折光学素子の露光が行われる。そして、この露光に要する時間はレーザー光の出力にも依存するが、およそ10～60秒程度であり、作成プロセスも単純かつ容易である。

【0117】このため、歩留まりも高い。従って、金型を起こして製作する蠅の目レンズに比較し、材料費や製作費が極めて安くなる。具体的には、蠅の目レンズの10分の1以下程度となる。

【0118】なおこの際、第2の再生光の入射角度 θ は30°以上が好ましい。これは、再生したい物体光を図中のZ軸すなわち蠅の目レンズ、回折光学素子の法線方向に高い効率で伝搬せしめるために、回折光学素子をいわゆる体積型のホログラム(記録される干渉縞のピッチに対して数倍以上厚いホログラム)とするためである。

【0119】本実施の形態の照明装置を投写型画像表示装置として用いる場合には、図5に示したように、被照明物体として例えば透過型液晶パネル1061を用い、その出力を収差の少ない投写レンズ108によってスク

リーン(不図示)上に拡大投影することにより、画像を表示することができる。この際、回折光学素子及び蠅の目レンズがインテグレートラとして良好に作用するので、投写された画像の全白信号表示時の明るさの均一性は画面全域にわたって高く保持される。例えば、中心部の明るさに対して周辺部の明るさは80%以上となった。また、ランプの光利用効率も高く、5ルーメン/ワットであった。そして、これらの数字は、回折の結果一部光が失われる等であるにもかかわらず蠅の目レンズ2個を使用する従来の照明装置の場合とほぼ同等の値である。

【0120】次に、本実施の形態の投写型画像表示装置の価格であるが、高価な蠅の目レンズを2個も使用する必要がないため、製造コストはおおよそ従来の6割程度となった。

【0121】尚、ランプとして、本実施の形態においては、例えば、定格出力120Wの超高圧水銀ランプを用いた。しかしその他、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ、炭素アーク電極ランプ等を使用してもよい。そしてこのことは他の実施の形態、発明においても同様である。また、発光体は一般的には小さい方が効率の面からは好ましいが、必ずしも発光体が小さくならないわけではない。例えば発光体が数ミリと大きい高出力キセノンランプや、高出力メタルハライドランプを用いてもかまわない。

【0122】次に、ランプの出力を集めるため使用するリフレクタとしては、放物面鏡、楕円面鏡、球面鏡を用いることができる。その際、集光の面からは発光体はリフレクタが放物面鏡の場合には焦点(各図では、Fとして示す)近傍に、楕円面鏡の場合には第1焦点(F1)近傍に、球面鏡の場合には球の中心近傍にランプを設置するのが好ましい。本実施の形態においては、例えば放物面鏡を用いたが、楕円面鏡を用いる場合には、出力光束が楕円面鏡の第2焦点(F2)に集光される収束光束となる。従ってこの場合には、図7(b)における回折光学素子用のサンプルを露光するための参照光としては、第2の参照光は平行でなく、第2焦点から楕円面鏡のF値と略等しい角度で発散する光とすればよい。

【0123】なお、本実施の形態においては、回折光学素子として位相型の体積ホログラムを用いたが、これは例えば表面レリーフ型であっても良い。この際も図6に示すように回折光学素子にて光束が照明される有効領域は楕円形状であり、このためその内部に矩形の微小領域を密に配置すればよい。

【0124】回折光学素子作製時には、各微小領域の出力光束が、蠅の目レンズの対応する各レンズへ概ね集光されるように断面の鋸歯形状を計算し、例えば電子ビーム描画法により作製できる。尚、回折格子の形状は鋸歯形状に限定されず、鋸歯形状を階段状で近似したマルチレベルの回折素子としてもよい。そしてこれらは、一般的な半導体プロセスにより作成可能であり、また大量生

産が容易なことから、これまた従来の蠅の目レンズに較べてその作製コストを1/10程度にすることができ

る。

【0125】その結果、投写レンズと並んで光学系の大半のコストを占めるインテグレータに要する費用を少なくすることができるため、この場合でも液晶プロジェクタの製造コストを、従来の6割程度にまで抑えることができた。

【0126】尚、表面レリーフ型の回折光学素子を用いる場合には、その断面形状を変えることにより、ランプ及びプリフレクタの光軸と回折光学素子の法線とを概ね平行にすることができる。その場合には回折光学素子101の有効領域は例えば円形で、その内部に矩形的の微小領域を構成すればよい。

【0127】本実施の形態では、照明装置を例えば透過型液晶パネルを用いた液晶プロジェクタに応用しているが、種々の画像表示素子に使用して種々の投写型画像表示装置とすることが可能である。

【0128】なおここに、透過型液晶パネルは、例えば特開平1-281426、特開平3-140920、特開平4-251221等に開示されているように、各画素に1つのマイクロレンズを配置し、入射光束を画素の開口部近傍に収束せしめることで実効的開口率を増加せしめる機能を有するものを用いてもよく、また本発明への適用に際して光変調材料、光変調の方式及び画素の駆動方式に制約はないのは勿論である。

【0129】すなわち、ツイストネマティック液晶（以下TN液晶と略記する）をはじめとして、垂直配向液晶（以下VA液晶と略記する）等の種々の液晶材料、あるいは電気光学効果を有する光学結晶などの光学的異方性を有している光学材料を用いた偏光型画像表示素子を用いることもできる。また、偏光型画像表示素子だけではなく、高分子分散型液晶（以下、PDLCと略記する）を用いて入射光束を散乱することで画像を表示する散乱型画像表示素子を用いることもできる。また、例えば特願平7-284759号に開示されているような回折型の画像表示素子や、いわゆるDMD素子と呼ばれる光偏向型の画像表示素子なども用いることができる。

【0130】また、図5に示した画像表示装置の変形例として、例えば、コンデンサーレンズと透過型液晶パネル等の画像表示素子の間に、ダイクロイックミラーからなる色分離光学系を配置してフルカラーの画像表示装置とすることも可能である。この際、画像表示素子と投写レンズの間に色合成系を配置すればよい。これについては、後に説明する。

【0131】以上詳細に述べたように、本発明によれば安価な照明装置を提供できる。また、該照明装置を用いて、従来よりも安価な投写型画像表示装置を提供することができる。さらに、本発明の照明装置を用いることで、小型、コンパクトで、光利用効率の高い明るい投写

型画像表示装置とすることができる。

【0132】（第1-2の実施の形態）本実施の形態は、先の実施の形態の照明装置に偏光変換素子を組み入れたものである。

【0133】偏光型液晶パネルを用いた投写型画像表示装置に本発明の照明装置を使用する場合には、この照明装置に偏光変換素子を組み合わせることにより、一層光利用効率を高めることが可能となる。以下、これについて説明する。

【0134】図9に、この偏光変換素子を組み入れた照明装置を用いた投写型画像表示装置を示す。この照明装置の基本的な構成は、上述のごとく図5に示す先の実施の形態の照明装置と同様である。ただし、蠅の目レンズ104とコンデンサーレンズ107の間に偏光変換素子120を配置している点が相違する。なお、この偏光変換素子は後に詳しく説明するが回折光学素子とランプの間、あるいは回折光学素子と蠅の目レンズの間に配置することも可能である。

【0135】まず、本実施の形態で用いた偏光変換素子の動作を図10を参照しつつ説明する。

【0136】偏光型液晶パネルを用いた投写型画像表示装置においては、原理上ランプの出力光のなかで特定方向の偏光成分しか有効に活用できないため、そのままでは投写効率が低くなる。このため、明るい画像を得るためには出力の大きな光源を用いなければならない。偏光変換素子は、かかる欠点を解決することを目的として開発されたものであり、偏光板で吸収若しくはPBS（ブッシュ・ブルーム・スキャナ）で反射され液晶パネルに入射されない偏光成分を、該偏光成分に対し概ね直交する偏波面を持つ偏光成分に変換することにより、有効に利用するものである。

【0137】この偏光変換素子は、例えば特開平5-107505号、特開平6-202094号、特開平7-294906号、特開平8-234205号、特開平9-105936等にて多数開示されているが、基本的には偏光分離手段と偏波面回転手段の組み合わせからなる。

【0138】図10に示した偏光変換素子120は、三角柱状のプリズムを接合して直方体とし、さらにその直方体を両面が平行な板を形成するように貼り合わせてなる。

【0139】そして、三角柱のプリズムの貼り合わせ面には誘電体多層膜からなる偏光分離膜121が形成されている。

【0140】回折光学素子101から出力され、蠅の目レンズ104へ集光された無偏光光（ランダムな偏光の光束）703は偏光分離膜により互いに直交する偏光成分、すなわちP偏光光（偏光分離手段により反射されずに透過する紙面に平行な偏光方向を有する光束）122、S偏光光（偏光分離手段により反射され、紙面に垂

直な偏光方向を有する光束)123に分離され、S偏光のみが反射手段124(一般的に偏光分離膜と同種の膜を用いる)により反射され、偏波面回転手段125によりP偏光1221に変換される。

【0141】その他、例えば特開平6-202094号、特開平8-234205号に開示されているように、回折光学素子のランプ側に偏光分離手段を設置し、偏光分離後の光束の照射角を偏光成分に応じて数度変えることにより、蜂の目レンズ上で結像する位置を偏光成分毎に変え、一方の偏光成分のみ偏波面の回転を行う方式も用いることができる。この方式の応用として、回折光学素子と蜂の目レンズの間に偏光分離素子を形成する構成も可能である。

【0142】本実施の形態における投写型画像表示装置にあっても、従来の高価な1対の蜂の目レンズに変えて、安価な回折光学素子を用いてインテグレータを構成しているため、コストを大幅に抑制できた。さらに、偏光変換素子を用いているため、8ルーメン/ワットの高い光利用効率を実現できた。

【0143】(第1-3の実施の形態)本実施の形態は、回折光学素子とランプの間に色分離手段を設け、更なる高効率化を図るものである。

【0144】以下、本実施の形態を図を参照しつつ説明する。図11に示したように本実施の形態では、リフレクタ103からの光束をダイクロイックミラー141-143を介して、3原色毎に回折光学素子101へ入射する角度を最適化するものである。

【0145】体積型ホログラムを用いた回折光学素子においては、例えば参照光の入射角度と物体光の入射角度の差を30°前後に設定すると再生光に対する回折効率の波長依存性を小さくすることができる。この入射角度差が大きくなると波長依存性は大きくなり、参照光と同じ角度で再生光を入射する場合には、参照光の波長と再生光の波長のズレが大きくなると回折効率は小さくなる。

【0146】しかしながら、ダイクロイックミラーを用いることにより、波長依存性の大きくなるような場合(参照光と物体光の入射角度差が大きい場合)であっても高い効率を得ることが可能となる。図12は、514.5ナノメートルの波長のレーザー光で製作した回折光学素子の原色毎の回折効率の例である。本図においては参照光の入射角は45°であり、再生光としてB(青)は465ナノメートルの青色光、G(緑)は535ナノメートルの緑色光、R(赤)は640ナノメートルの赤色光を入射したときの回折効率である。

【0147】本図からわかるように、G光に対して図上左右5°程度ずれたところに各々B光とR光に対する回折効率のピークが見られる。従って、このような角度依存性を有する回折光学素子に対する入射角度を概ね3原色毎に5°程度ずらすことにより、各原色の回折効率が

ほぼバランス良くしかも最も高くなることがわかる。

【0148】図11に示した照明装置においては、各原色が上記の最適入射角度で入射できるよう、各色を選択的に反射するダイクロイックミラー141-143が、各々異なる角度で配置されている。すなわち青色反射のダイクロイックミラー141によって青色光が概ね40°で、緑色反射のダイクロイックミラー142によって緑色光が概ね45°で、赤色反射のダイクロイックミラー143によって赤色光が概ね50°の角度で、各々回折光学素子101に入射する。その結果、3原色がほぼ等しくかつ高い効率で回折されるので、より一層光利用効率を高くできた。

【0149】さて、ダイクロイックミラーは、蜂の目レンズに比較して十分に安価であるため、3枚使用して回折光学素子101と組み合わせても蜂の目レンズの4分の1-5分の1程度と極めて安価になる。すなわち、本実施の形態の照明装置は、従来の照明装置よりも安価に製作することができた。また、投写型画像表示装置としても、投写レンズと並んで光学系のコストの大半を占めるインテグレータが安価であるため、従来の投写型画像表示装置の7割程度にすることができた。

【0150】(第1-4の実施の形態)本実施の形態は、第1の実施の形態において、リフレクタと回折光学素子の間に更に第2の回折光学素子を配置して照明装置をよりコンパクトに構成したものである。

【0151】本実施の形態の照明装置及び該照明装置を用いた投写型画像表示装置の構成を図13に示す。本図において、1010は、リフレクタ103と回折光学素子101の間に配置された第2の回折光学素子である。

【0152】この第2の回折格子は、もともと在る回折光学素子101と同様に位相型の体積ホログラムや、表面レリーフ型の回折光学素子を用いることができるが、いずれの場合も垂直に入射する光束を、光軸に対して鋭角をなす角度で出力する役を担う。

【0153】この場合、前述の理由で、回折光学素子として体積ホログラムを用いる場合には、参照光と物体光の入射角度差を概ね30°以上とすることが好ましい。また、物体光すなわちインテグレータを構成する第1の蜂の目レンズの出力光束は回折光学素子の法線にはほぼ平行とすれば、各レンズの焦点距離を一樣にすることができるため製造の面から好ましい。従ってこのためには、再生光すなわちリフレクタの出力光を30°以上傾けて回折光学素子へ入射せねばならないが、その結果リフレクタと回折光学素子を密着せしめることが困難となり、コンパクトさを損ねていた。さらに、円形の断面形状の光束が投影されるため、回折光学素子の楕円形の有効領域(図6参照)内に微小領域を配置せねばならなかった。

【0154】一方、本実施の形態の照明装置では、第2の回折光学素子が、垂直に入射した光束を光軸に対して

概ね30°以上の角度で出力し回折光学素子に入射する。それゆえリフレクタの光軸を回折光学素子の法線（物体光の光軸）と略平行にしてリフレクタ、第2の回折光学素子、回折光学素子をこの順に密接に配置してコンパクトにしつつ、高い光利用効率を得ることができ

る。

【0155】また、第2の回折光学素子も、回折光学素子と同様蝸の目レンズに比較して安価に製作できるため、本実施の形態の照明装置を用いた投写型画像表示装置も、従来のものに比較して2～3割安価になった。

【0156】尚、以上の4つの実施の形態の照明装置において、他の蝸の目レンズをも更に回折光学素子で置き換えても良い。

【0157】また、本実施の形態で説明した照明装置を用いて投影露光装置、すなわちIC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッドなどのデバイス製造装置であるところのいわゆるステッパを構成することができる。その際には、本発明に係る照明装置からの露光光で照明したフォトマスクやレチクル等の原板上の任意のパターンを感光剤を塗布したウエハ上に投影転写する。

【0158】（第1～5の実施の形態）本実施の形態は、回折光学素子を使用して、この回折の入射角依存性を利用して鏡立体角比を改善するものである。

【0159】図14は、本実施の形態の照明装置の構成を示したものである。

【0160】本実施の形態においては、基本的な構成は図2に示す従来のものと同一である。しかし、楕円面鏡1031前面の開口部に、集光用の回折光学素子104を配置し、2つの蝸の目レンズが各々中心側の小径の円形のもの1040、1050と外周側の同心かつドーナツ型のもの1042、1052の2つよりなっているのが相違する。

【0161】さて、光源102の発光体中心を楕円面リフレクタの焦点近傍に配置することにより、楕円面リフレクタ1031により反射された光束は第2焦点（F2）近傍へ向かって集光され、入射角が大きいためリフレクタ前面の回折光学素子101はそのまま通過し、光軸の経路上に配置された中心側に在る小径の蝸の目レンズ1040に入射する。

【0162】一方リフレクタで反射されず光源から直接出力されて外部へ出る光束は、リフレクタ開口部近傍に配置された回折光学素子101へ入射し、入射角が大きいため外周側の蝸の目レンズ1042へ入射するよう回折される。

【0163】中心側の第1の蝸の目レンズ1040に入射した光束は、その微小レンズによって、同じく中心側の第2の蝸の目レンズ1050の対応する微小レンズに集光される。同様に、本来非利用の管のランプからの光は、回折光学素子101によって回折され、外周側の第1の蝸の目レンズ1042に入射し、この蝸の目レンズ

の微小レンズによって、外周側の第2の蝸の目レンズ1052中の対応する微小レンズに集光される。

【0164】さて、第1の蝸の目レンズ及び第2の蝸の目レンズの外周部は、各々中心側の第1の蝸の目レンズ、第2の蝸の目レンズの微小レンズの像をコンデンサーレンズ107を介して被照明物体106上に重畳する配置となっている。

【0165】以上の説明で判るように、本実施の形態では中心側の蝸の目レンズが第1のインテグレータとして、外周側の蝸の目レンズが第2のインテグレータとして機能し、これによりリフレクタによる反射光と、回折光学素子による回折光を各々独立に集光し被照明物体を照明する。

【0166】さて、図3に示した従来の反射鏡同士の組み合わせの場合には、リフレクタの反射光が球面鏡113によってケラレないようにするために、集光される光束115の外径よりも球面鏡の内径を大きくせねばならず、このため、鏡立体角比を100%近くにする事は事実上不可能であった。

【0167】しかしながら本実施の形態の照明装置では、楕円面鏡の反射光が回折光学素子に入射しても大部分の光束は回折されずに中心側の第1のレンズアレイへ集光される。すなわち、回折光学素子の回折効率は、入射角度によって異なる（角度選択性を有しており）ためリフレクタからの反射光束はほとんど回折せずにそのまま直達せしめる。この一方、光源からの直接光は、入射角度が30度程度と大きいため、これのみを選択的に回折する。

【0168】このため、リフレクタの開口部をすべて回折光学素子で覆い、反射光はそのまま通過させ、従来の発散して利用できなかった直接光は回折により屈折させることにより利用することが可能となる。その結果、集光効率を大幅に向上することとなる。

【0169】また、従来の照明装置では、球面鏡は強い光にさらされても球面形状を正確に保つ必要上厚さ数ミリのガラス球に形成されており、高価でもあった。これに対して、本発明の照明装置に用いる回折光学素子は、安価そして容易に製作可能である。

【0170】さて、このリフレクタの鏡立体角比を改善するため用いる回折光学素子としては、インテグレータ側の改良に関するため用いる回折光学素子と同じく、いわゆるホログラムを用いることができる。そして、このホログラムは二光束干渉露光によってホログラム材料に所望の干渉縞を記録することにより作製される。また、ホログラム材料としては、前述の材料を使用しうる。なお、本実施の形態にあつては、例えばフォトリソ（デュボン社製）を用いて、回折効率が最も高くなる位相型の体積ホログラムとした。

【0171】次に、本実施の形態で用いた回折光学素子の製造方法であるが、これも基本は先の第1から第4の

実施の形態のものと同じである。

【0172】さて、本実施の形態での回折光学素子として用いるホログラムの機能は、再生光を光源の出力光束とし、再生物体光として外周側の第2の蠅の目レンズに入射する光束を出力することである。

【0173】図15に、本実施の形態で用いる回折光学素子の特定領域1013を作る場合に照射する参照光702及び物体光704の関係を示す。

【0174】この特定領域とは、楕円型リフレクタ1031の焦点Fから発散する球面波を参照光704として、この特定領域を通過して外周側の第2の蠅の目レンズ1042に入射する例えば平面波を物体光として、これらの干渉縞が記録されたホログラムである。

【0175】このような干渉縞を記録して作製された特定領域に光源102からの出力光束を再生光702として入射すると、図16に示すように入射光束は記録した物体光の方向に回折され、外周側の第1の蠅の目レンズに導かれる。そして、この蠅の目レンズに入射した光束は第2の蠅の目レンズ、コンデンサーレンズを介して被照明物体を有効に照明する。

【0176】なお、この特定領域にはリフレクタから反射した光束も入射するが、反射光束と物体光のなす角度 θ が十分大きければホログラムの角度選択性によって反射光束はほとんど回折されず中心側の第1の蠅の目レンズへ入射する。従って、回折光学素子をリフレクタの開口部全面を覆うように配置しても、楕円面鏡からの反射光と、光源の発光体からの直接光を良好に分離して各々を被照明領域に導くことが可能となる。その結果、鏡立体角比が極めて高くなる。

【0177】次に、この回折光学素子は、複数の領域に分けて作製しても良い。すなわち、物体光としては回折光学素子を通過して外周側の第1の蠅の目レンズに入射する光束であればよく、このため特定領域毎に物体光を変えても良い。また、特定領域との各部と外周側第1の蠅の目レンズの各微小レンズを一对一に対応させても良い。

【0178】また、回折光学素子は必ずしも楕円面鏡の開口部全面を覆うように作製しなくても良い。

【0179】また、直接ただ1個の物として製造するのではなく、ケースによってはいわゆる扇子型の小さな物を幾つか製造し、これらを繋ぎあわせてドーナツ型等にしても良い。

【0180】さて、光源から直接光軸に沿ってほぼ平行に若しくは浅い角度で出力される光束は光源の発光体を覆う管球及び電極を支持する口金にケラレてほとんど出力されない。また、楕円型リフレクタで反射され、開口部中心近傍の光軸上に近い経路を通過して第2焦点へ集光される光と、発光体からの直接光とのなす角は小さいため、本来第2焦点方向へ向かうべき反射光束の一部が回折される可能性がある。このため、特に光軸近傍には

回折機能を必ずしも持たせなくても良い。なおこの場合、回折された光束が外周側の第1の蠅の目レンズに入射し第2の蠅の目レンズ、コンデンサーレンズを介して被照明領域へ導かれれば効率にはほとんど変化がないため、光軸近傍の直接光束はあえて回折させる必要がなく、ひいてはこのようにしても効率はほとんど変化しない。

【0181】また、第1の蠅の目レンズ、第2の蠅の目レンズとも中心側と外周側のものは必ずしも光軸に垂直な同一平面上に連続して配置される必要はなく、同一平面上に分離して配置されたり、あるいは異なる平面上に配置されていても良い。

【0182】また、本実施の形態の照明光学装置をプロジェクションディスプレイに使用する場合には、中心側の第1及び第2の蠅の目レンズの各微小レンズの外形を被照明物体である画像表示素子（例えば液晶パネルなど）の開口形状と略相似とし外周側の、第1及び第2の蠅の目レンズの各微小レンズの出力が被照明物体上で重量するようにすることができ。この場合、図2の説明で多少言及した色分離のためのダイクロイックミラー、あるいはリレーレンズを用いることができる。

【0183】また、例えば特開平5-346557号公報に開示されているように各レンズの光軸を適宜偏心せしめることによって、外周側の第1及び第2の蠅の目レンズの外形を小さくしたり、コンデンサーレンズを省略することもできる。

【0184】また、中心側及び外周側の第1の蠅の目レンズを設置する場所としては、第2焦点よりも被照明領域寄りとする事もできる。図17に示したのはその一例である。また、第1の蠅の目レンズで中心側の外形がほぼ楕円面鏡の大きさと同程度で、外周側がその外周部に配置されようにもできる。

【0185】（第1-6の実施の形態）本実施の形態は、先の照明装置を液晶プロジェクションディスプレイの照明光学系に用いるため、偏光変換素子と組み合わせたものである。

【0186】さて、偏光変換素子は、一般に偏光分離素子と偏波面回転手段からなる。そして、偏光分離素子によって入射する無偏光な光束を互いに偏波面が直交する光束に分離し、偏波面回転手段によって一方の偏波面を概ね90度回転せしめて出力し、略直線偏光に変換することにより、元来が光の透過（明暗）の制御に偏光を利用する液晶プロジェクションディスプレイの光利用効率を改善するものである。

【0187】さて、偏光変換素子を組み合わせる場合、偏光分離手段の設置場所は3通りある。すなわち、第1の蠅の目レンズよりも光源側、第1の蠅の目レンズと第2の蠅の目レンズの間、及び第2の蠅の目レンズの被照明物体側である。

【0188】本実施の形態では、上記第3の場合であ

る。図18に、本実施の形態の照明装置の構成図を示す。本図に明瞭に示すように、偏光変換素子は偏光分離素子120と偏波面回転手段125からなる。

【0189】この偏光変換素子120は、例えばエスアイディー97ダイジェスト993頁～996頁(SID97DIGEST pp.993-996)に開示されているようにPBS(偏光ビームスピリッター)アレイを用いたものである。すなわち三角柱状のプリズムを接合して直方体とし、さらにその直方体を貼り合わせてなる。プリズムの貼り合わせ面には誘電体多層膜からなる偏光分離膜が形成されている。偏波面回転手段としてはいわゆる2分の1波長板を用いることができる。

【0190】本実施の形態においては、先の第2の実施の形態の偏光変換素子と同じとした。この様に構成した照明装置にあっては、第1の鏡の目レンズによって集光された光束が、偏光分離素子に入射しP偏光とS偏光に分離され、いずれか一方が偏波面回転手段によりその偏波面を概ね90度回転されて出力されるため、液晶パネル106に入射した光はほぼ直線偏光となる。このため液晶パネルの入射側に設けられた偏光板(不図示)による吸収がほとんどなくなるため光利用効率が一層高くなる。

【0191】尚、偏光分離素子としてPBSアレイを用いたが、その他の原理による手段を適用しても良い。

【0192】また、本発明群の照明装置を用いて投影露光装置、すなわちIC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッドなどのデバイス製造装置であるところのいわゆるステッパを構成してもよい。この際には、本発明の照明装置からの露光光で照明したフォトマスクやレチクル等の原板上の任意のパターンを感光剤を塗布したウエハ上に投影転写する。「以下、第2の発明群を、その実施の形態に基づいて説明する。」

(第2-1の実施の形態)本実施の形態は、散乱異方性スクリーンとホログラムを組合せて、色再現性を向上させるものである。

【0193】図19に本実施の形態の画像表示装置の効果が発揮されている様子を示す。投写型画像表示手段502からの画像光束は散乱異方性スクリーン(観解の恐れもないこと、一々「散乱異方性スクリーン」と記すのは煩雑でもあるので、「散乱スクリーン」と記す。)503に投影される。さて、この散乱異方性を有するスクリーンは特定の角度範囲(以下、散乱角度範囲と略記する)より入射する光束を散乱して透過せしめ、かつ散乱角度範囲以外からの入射光をそのまま透過するという機能を有する。具体的には、かかる機能を有する光制御フィルムからなる材料(例えば商品名ルミスティー、住友化学製)を例えば透明なガラス基板に張り付けて製作したものである。

【0194】ところで、この散乱された画像光束は、従

来ならば投影される方向(図中右斜め上方向)が最も明るいこととなる。そこで、薄いフレネルレンズ(回折レンズ)504を散乱スクリーンの観察者506側に配置している。この際、フレネルレンズの焦点を概ね投写型画像表示手段のレンズ近傍に位置するようにすることで、散乱光を観察者の方向へ向けることが可能となる。このため、画像を明るくすることができる。しかもこの際、散乱スクリーンは波長選択性が小さいため、投写された画像の色を忠実に表示する事ができ、色再現性に優れた画像を表示できることとなる。

【0195】投写型画像表示手段としては、通常の液晶プロジェクタ、米国特許5096279号公報に開示されているような光偏向型の画像表示素子を用いたDLPプロジェクタ、CRTプロジェクタ、レーザ走査型の画像表示手段等を用いることができるが先の第1の発明群の各実施の形態のものを用いるのがより好ましい。なお、液晶プロジェクタを使用する場合台形補正が生じうるため、信号を変換し台形歪みを除去するようにしても良い。

【0196】また、散乱スクリーン及び光偏向手段は必ずしも投写画像と同一の大きさ、形状である必要はない。例えば散乱スクリーンの外形を例えばハート型とすると、投写画像を該ハート型で切り取った画像のみが散乱され法線方向に偏向される。それゆえ透明なガラス上にハート型の外形(輪郭)を持つ映像が表示される。これは光偏向手段であるフレネルレンズについても同様である。さらに同一形状の微小片を複数個配列して散乱スクリーン若しくは光偏向手段を形成することもできる。

【0197】また情況にもよるが、散乱スクリーンの反観察者側には、可能な限り散乱光が向かない様に反射防止膜の形成等の適切な処理がなされているのが好ましいであろう。

【0198】また、以下に述べる全ての実施の形態において同様であるが、散乱スクリーン、光偏向手段及び透明部材を密着し貼り合わせる場合には、界面の不要な反射を極力抑えるため、空気と接する界面には反射防止膜を形成し、各異種界面の接着には各部材とほぼ等しい屈折率であり透光性を有する接着剤を用いることが望ましい。

【0199】また、散乱スクリーン及び光偏向手段が設置される透明部材としては、例えば、ショーウィンドー、建築物の窓ガラス、車、電車、航空機、船舶等の交通手段のフロントガラス、サイドガラス、リアガラス、めがね、カウンターの仕切りガラス等のあらゆるガラス、プラスチック、各種樹脂等の光透過機能を有する部材を用いることができる。尚、透明部材は必ずしも全面が透明である必要はなく、画像が表示される部分のみが透明であってもよい。

【0200】(第2-2の実施の形態)本実施の形態は、先の実施の形態におけるフレネルレンズの配置を改

良したものである。

【0201】図20に、本発明の他の実施の形態の画像表示装置の構成を示す。本実施の形態においては、フレネルレンズ504が散乱スクリーン505から離れて設置されているため、実線の矢印で示す散乱スクリーンに表示された像を上下方向の矢印付破線で示すように拡大し、かつ散乱スクリーンの垂直方向に画像を明るく表示することとなる。これは、右斜め上へ散乱された光を、フレネルレンズが垂直方向に偏向すると同時に、観察者に対して拡大された虚像を表示するためである。従って単に、明るだけでなく大きな画像を表示することができる。

【0202】なおこの場合、フレネルレンズと散乱スクリーンとの距離はフレネルレンズの焦点距離以下なのは勿論である。

【0203】また、散乱スクリーンは図示しないガラス板（ショウウィンドウのガラス等）に貼り付けられていたりするのが原則である。ケースによっては、フレネルレンズも同様にガラス板に貼り付けられていよう。

【0204】（第2-3の実施の形態）図21に本実施の形態の画像表示装置の構成を示す。

【0205】先の第2-1の実施の形態と同じく投写型画像表示手段502は、選択的な散乱異方性を有する散乱スクリーン503へ画像を投写する。なお、この際の入射（投射）角は散乱スクリーンの散乱角度範囲内である。

【0206】ここに、入射角とは画像表示手段の光出力部（例えば液晶プロジェクタの投写レンズ）と散乱スクリーン上の各点を結ぶ線が散乱スクリーンの法線となす角度であり、散乱角度範囲とは、散乱スクリーンが入射光を散乱して透過する角度範囲である。

【0207】さて、この散乱スクリーンは投写された画像光束を散乱するが、ホログラム700がない場合、最も明るく画像が観察されるのは光線入射方向であり、そのままでは観察者は上方から像を観察せねばならない。

【0208】しかしながら、本実施の形態の画像表示装置にあっては、ホログラムがフレネルレンズと同様に観察者の方向に光を集める作用をなしつつ回折して偏向する作用を有する。それゆえ、散乱スクリーン503の法線方向で最も明るい像を観察することができる。更に、単なる透過光でなく予め散乱した（すなわちある角度範囲に散乱された）光がホログラムに入射するため、画像は法線方向のみならずある所定の角度範囲内の上下左右方向にも偏向される。それゆえ画像視認可能範囲を広くすることができる。

【0209】なお、より離れた距離に位置する観察者に対して最も明るい像を見せたいれば、平行光若しくは平行光に近いゆるやかな収束光とすればよい。これらはいずれも設計事項であり、最も明るく観察させる位置によって変えることができる。

【0210】また、散乱スクリーンは法線方向近傍（例えば $\pm 10^\circ \sim \pm 20^\circ$ 程度）の入射光は散乱せずに透過する配置となっている。これは法線方向近傍は散乱角度範囲外であることを意味する。それゆえ、投写型画像表示手段から画像が出力されない場合には、観察者は内部の様子を良好に観察することができるのである。

【0211】また、後述する干渉露光により作成されたホログラムを用いる場合、ホログラムは、その作成時の参照光入射角度が散乱スクリーンに対する投写画像の入射角とほぼ等しくかつ散乱スクリーンの散乱角度範囲内に入るように配置され、また、物体光入射角度が散乱スクリーンの散乱角度範囲外となるようにホログラムは配置されるのは勿論である。

【0212】なおこのホログラムは、例えば図22に示すように、互いに干渉可能なレーザー光（通常はレーザー光を分離して形成される）702及び704により形成される干渉縞をホログラム記録材料701に記録して製作される。

【0213】ホログラム記録材料としては、第1の発明群と同じ物を使用しえる。

【0214】その他、計算機シミュレーションにより得られた干渉縞をフォトレジストなどに公知技術である電子ビーム描画などで形成したホログラムも用いても良い。すなわち、光偏向機能を有する広義の回折光学素子全てを用いることが可能である。ただし、本実施の形態にあっては、フォトリソ（デューボン社製）を用いて、回折効率が最も高くなる屈折率分布型の体積ホログラムとした。この場合、参照光702は概ね投写型画像表示装置から散乱スクリーンへ入射する光束と概ね等しい角度で入射する光束を用いることができる。また、物体光704は、視野域（画像を明るく良好に表示したい範囲）と概ね一致した角度とすることができる。

【0215】なお、このホログラムも、何も直接1枚の大きな物として製造する必要はなく、小さな物を多数重ねて製作しても良い。

【0216】なおまた、ここで念のため記載するが、本実施の形態でのホログラムは、従来のホログラムスクリーンと異なり視野域を広げるための散乱機能を必ずしも必要とせず、散乱異方性を持つスクリーンと組み合わせる用いられものである。すなわちホログラム以外に散乱手段を別途付加している。

【0217】さて、従来のホログラムスクリーンでは視野域（視野角）を広げるために、ホログラムスクリーン自体に必ず散乱異方性に対する機能（特定の視野域に光を振り分ける機能）を持たせる必要があった。それ故、例えば特開平9-33856号公報の図3に開示されているように、物体光として散乱光を用いる必要があった。なおここに散乱光とは、いわゆる完全拡散光という意味だけではなく、広義にある特定の立体角内におおよそ光を分配された光のことを指す。

【0218】しかしながら、本実施の形態の画像表示装置では、散乱スクリーンにより投写画像をいったん散乱した上でホログラムにより観察者側へ画像の向きを変えている。つまり、視野域を広げるための散乱機能と、観察者側へ光を向ける偏向機能を別々に設けたことになる。その結果、従来のホログラムスクリーンに比較して良好な色再現性、及び均一性を実現できる。つまり、ホログラムだけに散乱機能を持たせようとする、図4の(a)に示すごとく波長依存性の影響を強く受けるため、回折効率そのものが低下し、不必要に広い範囲に光を拡げてしまうことによる。

【0219】また、ホログラムに強い散乱性能を持たせる必要がなく、この面からも、従来のホログラムスクリーンに比べて安価となる。

【0220】次に、本機能を分割すると良好な色再現性が得られる理由を図23を参照しながら説明する。尚、本図では説明の便宜上散乱スクリーン503とホログラム504の間隔を空けているが、密着しているのが望ましい。

【0221】本実施の形態の画像表示装置では、入射光は散乱スクリーン503の散乱角度範囲から入射すると、散乱スクリーンによって散乱される。この時機に入射方向に最も明るい輝度分布を持つ。ホログラム504はこの入射角を観察者506の方向へ偏向する機能を有する。さてこの際ホログラム105は製作時の物体光の方向に光を回折するだけではなく、ある特定の角度内に光を散乱できる。なぜなら、散乱スクリーンによって入射光が予め散乱されているからである。近似的に入射角が $\pm\Delta\theta$ の範囲に散乱されていると、ホログラムに散乱機能がなくても偏向された光は概ね $\pm\Delta\theta$ 程度広がるのである。ホログラム自体に例えば $\pm\Delta\theta'$ 程度の散乱機能があれば光はより一層広がり、概ね $\pm(\Delta\theta+\Delta\theta')$ 程度に広がる。このホログラムそのものに強い散乱機能を持たせなくても視野域を広くとることができ

る。

【0222】しかも、良好な色再現性を確保することもできるが、以下この理由を概略説明する。なお、詳しくは後の実施の形態の所で説明する。

【0223】いま、ホログラムは波長 λ の干渉露光により作成され、参照光の入射角度は投写画像の入射角度と略等しい α とする。波長 λ 及びそれと異なる波長 λ_1 の光が散乱スクリーンに角度 α で入射すると、散乱スクリーンの散乱機能が波長に依存しないため λ 及び λ_1 ともほとんど同一方向にほぼ同一の効率で散乱される。

【0224】角度 α でホログラムに入射した波長 λ と λ_1 の光は、波長依存性により各々異なる角度に回折される。しかしながら、本実施の形態においてはホログラムの入射光が予め散乱されているためホログラムにとってはある角度分布を持った光が一点に入射することになる。つまり入射するすべての波長がある角度分布を持つ

てホログラム上の一点に入射する。それゆえ観察者の方向に強く回折される成分が各々の波長に存在するので画像視認範囲が広く色再現性が良好な画像を表示できる。

【0225】例えば、図は $\lambda_1 > \lambda$ の場合であるが、このとき λ_1 は λ に較べて大きな角度で偏向される。それゆえ観察者の目に向かう波長 λ_1 の光は、観察者の目に向かう波長 λ の光の入射角(この場合は α)よりも大きい角度 α_1 ($>\alpha$)で入射した成分である。波長 λ の光は製作時の角度 α で入射しているので高い効率で観察者の方へ回折される。角度 α で入射した波長 λ_1 の光の回折効率は低いが、 α_1 ($>\alpha$)で入射した波長 λ_1 の光の回折効率は、広く知られているように波長 λ_1 の光が角度 α で入射するときよりも高くなる。それゆえ観察者に λ 、 λ_1 ともに高い効率で光が入射するため色再現性が良好となる。これは他の波長 λ_2 ($\lambda_2 < \lambda$)の場合も同様である。

【0226】このように予め散乱させた光をホログラムに入射することによりすべての色を高い効率で観察者の方向へ偏向することができると色再現性がよいのである。また、このホログラムでは特に多重露光などの必要がなく極めて安価にかつ容易に製作できる。

【0227】なお勿論、ホログラムに更に散乱機能をもたせても良い。この場合には、表示画像の色再現性の良好さに加えて、視野域を著しく広げることが可能になる。すなわち、主波長 λ を例えば514.5ナノメートルとする。同一角度で入射すると可視全域では波長に応じておおよそ ± 7 度程度の範囲に回折角度は分布する。このことは逆に、 ± 7 度以上の散乱光が入射すれば必ず主波長 λ が回折される方向に可視全域の波長が回折成分を有することを意味する。それゆえ散乱スクリーンとホログラムを組み合わせることで色再現性の良好な視野域を広げることができるのである。

【0228】なお、念のため記載するならば画像を表示しないときには良好に透過像を観察することができるとはもちろんである。

【0229】次に、説明がダブル面もあるが、本発明の趣旨に直結するので本実施の形態でのホログラムの作製について図24を参照しつつ説明する。

【0230】ガラス基板にラミネートされたフォトポリマーからなるホログラム記録材料7011と散乱スクリーン503を密着して配置する。参照光702は投写型画像表示手段から画像が入射する方向と略等しい方向から照射される。物体光704はホログラム記録材料に略垂直な方向から照射される。

【0231】この時散乱スクリーンは垂直方向近傍(例えば、 $\pm 10^\circ \sim \pm 20^\circ$ 程度)から入射する光のみ選択的に拡散せしめる機能を有する。従って参照光は散乱されることなくホログラム記録材料に入射するのに対して、物体光は散乱スクリーンにより散乱されてホログラ

ム記録材料に入射する。そして、これら2光束の干渉縞をホログラム記録材料に記録される。以上により、散乱機能を有するホログラムが極めて容易に製作できる。

【0232】尚、例えば物体光を例えば長焦点のフレネルレンズを介して入射してもよい。すなわち、例えば物体光を収束光とすると視野域は若干狭くなるが明るく、より色再現性の優れた表示が可能となる。また、物体光を適当な発散光とする等その拡がり調整することにより一層視野域を広くしたりすることができ。

【0233】(第2-4の実施の形態) 本実施の形態は、散乱スクリーン及び光偏向手段を反射部材に設置したものである。

【0234】本実施の形態における画像表示装置の構成を図25に示す。本図にて明瞭に判るように、この画像表示装置は、光偏向手段130、散乱スクリーン503が図上左からこの順に右の反射部材500に密着して配置されている。投写型画像表示手段502の出力光は光偏向手段を介して散乱スクリーン上に像を形成する。さてこの際、光偏向手段は角度 α 近傍で入射する光束を略法線方向に偏向せしめるが、角度 α で直接入射する光束はそのまま透過する角度依存性を有している。また、散乱スクリーンは入射角 α 若しくは $-\alpha$ の少なくともいずれか一方の角度近傍から入射する光束を散乱する。

【0235】さて、角度 α が散乱角度範囲内の場合には、光偏向手段を透過した画像は散乱スクリーンで散乱され、その後反射部材により反射される。このため、その反射光は再度散乱スクリーンを通過し、角度 $-\alpha$ を中心としてある角度範囲に散乱された光束として光偏向手段に入射する。

【0236】角度 $-\alpha$ が散乱角度範囲内である場合には、角度 α で散乱スクリーンに入射した光が反射部材で反射され、 $-\alpha$ の角度近傍で再度散乱スクリーンに入射した際に散乱される。

【0237】角度 α 及び $-\alpha$ いずれの角度も散乱角度範囲にある場合には、直接入射したときと反射部材で反射後通過する時の2回散乱作用を受けて光偏向手段に入射する。いずれにせよ、光偏向手段には入射角度 $-\alpha$ 近傍の光束が入射し、光偏向手段はその入射光を法線方向近傍に偏向する作用をなす。

【0238】以上の作用により、観察者506に投写画像が観察されることとなる。さて、画像が投写されない場合にはこの構成の鏡として作用する。このため、例えば画像表示と非表示を交互に繰り返すことにより画像表示と鏡面とを交互に切り替えることが可能となり、顧客の着目を引く広告媒体として使用することが可能となる。

【0239】また、本実施の形態の画像表示装置も先の実施の形態で述べた画像表示装置と同様に、画像視認可能範囲が広く、良好な色再現性の画像を表示する事ができる。

【0240】また、例えば反射部材としてハーフミラーを用いれば、画像とハーフミラー越しの様子を自由に切り替えて、より一層の広告効果を発揮させることも可能となる。

【0241】なお、光偏向手段としては、本実施の形態においては2光束干渉光により作成したホログラムを用いたが、その他の回折光学素子を用いても良いのは勿論である。

【0242】次に、かなり重複することになるが、反射部材を併用するため本実施の形態で使用したホログラムの製作方法について説明する。

【0243】図26に示すように、ホログラム記録材料701に散乱スクリーン503を密着して配置した系に、可干渉な2光束を参照光702、物体光704として露光し形成される干渉縞をホログラム記録材料に記録する。この際、参照光は散乱スクリーンの散乱角度範囲外である入射角で入射させる。それゆえ参照光は散乱されことなくホログラム記録材料に入射する。この入射角は、構成する画像表示装置において反射部材により反射された画像がホログラムに入射する角度と略等しい角度、すなわち図25に示す前述の構成における角度 $-\alpha$ と略等しい角度である。

【0244】一方物体光は散乱角度範囲内で散乱スクリーンに入射し散乱されてホログラム記録材料に入射する。なお、本実施の形態においては物体光の入射角度は法線方向に入射する略平行光としているが、これは画像表示装置の機能として付加すべき画像視認可能範囲に応じて決めれば良く、収束光、発散光のいずれでもよい。すなわち収束光とした場合には画像視認可能範囲は狭くなるが、像観察者に明るい画像を表示することができる。一方発散光であれば画像は暗くなるが、画像視認可能範囲を広げることができる。このため、用途、設置場所に応じて適宜最適なものが選択されることとなる。

【0245】(第2-5の実施の形態) 本実施の形態は、液晶表示装置、ショウウィンドウでのホログラム映像等に用いる光制御素子に関する。

【0246】図27に、本実施の形態の光制御素子の構成を示す。本図において、501は散乱スクリーンであり、702はホログラムである。また、712は白色外光である。

【0247】そして、散乱スクリーンとホログラムは図に示すごとく密着されており、これにより光制御素子を構成する。

【0248】以下、この光制御素子の原理、作用等を説明する。

【0249】本実施の形態のホログラムを製作する際の参照光は入射角度 α の略平行光を、また物体光は入射角度 β の略平行光を用いた。なお、参照光の入射角は散乱スクリーン散乱角度範囲($\pm\Delta\alpha$)内である。

【0250】さて、この光制御素子に角度 α で入射した

白色外光 712 は散乱スクリーンにある特定の角度範囲例えば $\alpha \pm \Delta\theta$ の範囲に分布する散乱光となり、その下で背面側のホログラムへ入射する。さて、このホログラムは、入射光を概ね角度 $\beta \pm \Delta\theta$ の範囲に偏向して出力する性質を有している。そして、この角度 β で出力される光は、ホログラムのみからなる光制御素子を透過した白色外光に比較して白色に近くなっている。

【0251】以下、先の(2-3)の実施の形態のところで概略説明したのと重複する面も有るが、これについて少し詳しく説明する。図28は、従来のホログラムのみを用いた場合と本実施の形態の光制御素子との違いを説明するための図である。本図において(a)がホログラムのみを用いた光制御素子の場合であり、(b)は本実施の形態の光制御素子である。(a)に示すように、ホログラムに角度 α から波長 λ 、 λ_1 及び λ_2 ($\lambda_1 > \lambda > \lambda_2$) の外光 712 が入射したとする。なお、ここに波長 λ はホログラムを製作するのに使用した光の波長である。この際、波長 λ の光は角度 β で出力されるが λ_1 、 λ_2 の光は波長に応じて β_1 ($< \beta$)、 β_2 ($> \beta$) と異なる角度で出力される。従って、角度 β の方向にいる観察者(不図示)からは λ の光だけが観察され、このため外光と色が大きく異なる。

【0252】これに対して、本実施の形態の散乱スクリーンを有する光制御素子の場合には、(b)に示すように、散乱スクリーン 101 によって特定の角度範囲に広がった光がホログラム 102 に入力するため角度 β の方向にいる観察者は、波長 λ_1 及び λ_2 の光の色をも観察することとなる。

【0253】この理由であるが、散乱スクリーンの散乱機能は一般に波長依存性が小さい。このため、波長 λ 、 λ_1 、 λ_2 の光を共に概ね $\pm \Delta\theta$ の範囲に散乱して出力する。従って、 $\beta - \beta_1 < \Delta\theta$ 、 $\beta_2 - \beta < \Delta\theta$ であれば角度 β の方向から見る者にとり、波長 λ 、 λ_1 、 λ_2 の光が向かうこととなる。このため、出力光は元の外光の色に近くなる。

次に、従来のホログラムの物体光として散乱光を用いた場合であるが、これも問題がある。これを図29を用いて説明する。このホログラム 700 は、作成波長 λ 、参照光の入射角度を α 、物体光は入射角度 $\beta \pm \theta$ の散乱光として製作したものである。この場合、図28に示す本実施の形態の光制御素子と同様に角度 β の方向から波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光を観察することは可能である。しかしながら、この場合の波長 λ_1 、 λ_2 の光の回折効率は波長 λ に比較して低くなる。このため、ホログラム単体で使用する場合に比較すれば確かに外光の色に近いが、やはり限界がある。すなわち、同一角度 α で入射した波長 λ_1 、 λ_2 がホログラムの散乱作用により角度 β に回折される場合、ホログラムは一般的に図30に示すような回折効率の波長依存性があるため、効率が低くなるからである。

【0254】図28の(a)に示すように、ホログラムに角度 α で入射した波長 λ_1 の光は強く偏向されて角度 β_1 ($< \beta$) に出力される。それゆえ波長 λ_1 の光で角度 β の方向に偏向されるのは、 α よりも大きな角度 α_1 で入射した成分波である。本実施の形態の光制御素子では、散乱スクリーンにより角度 α で入射した波長 λ_1 の光の一部は角度 α_1 ($> \alpha$) でホログラムに入射する。このとき、図31に示すようにホログラムの性質として回折効率は角度 α で入射したときよりも高くなる。

【0255】波長 λ_2 ($< \lambda$) の場合には角度 β_2 ($> \beta$) で出力される。従って角度 β 方向に偏向されるのは α よりも小さな角度 α_2 で入射した成分である。波長 λ_2 に対する角度依存性は図31に示すように波長 λ_1 の場合とは逆に小さな入射角度の場合に回折効率が高くなる。このように本発明の光制御素子の場合には製作波長 λ よりも長波長 λ_1 、短波長 λ_2 のいずれの場合にも回折効率の高い入射角が角度 β 方向に偏向される。

【0256】それゆえ単一のホログラムに散乱機能を持たせて各波長を角度 β に偏向させる従来のホログラムよりも色再現性が良好となる。つまり、本実施の形態の光制御素子によれば、異なる波長の光を同一方向にほぼ同一の効率で回折、偏向できる。

【0257】次に、図32を参照しながら物体光が散乱光である場合、すなわち図29で示したホログラムの作成方法について説明する。

【0258】ホログラム記録材料 7011 と散乱スクリーン 503 が密着して配置されている。参照光 702 は角度 α で入射する略平行光である。物体光 704 は角度 β で入射する略平行光である。このとき参照光入射角 α は散乱スクリーン 503 の散乱角度範囲外であり、同時に物体光入射角は散乱角度内とする。その結果、参照光は散乱されることなく散乱スクリーンを透過するのに対して、物体光は散乱スクリーンにより散乱され例えば $\beta \pm \Delta\beta$ の角度に散乱され透過する。この二光束による干渉縞をホログラム記録材料に記録することによりホログラムが作成できる。

【0259】(第2-6の実施の形態) 本実施の形態は、先の第2-5の実施の形態の光制御素子を用いた画像表示装置に関する。

【0260】図33に、本実施の形態の液晶を使用した反射型の画像表示装置(表示素子)の断面を示す。反射型画像表示装置に上記実施の形態で説明した本発明に係る光制御素子 1 が密着して配置されている。尚、本実施の形態においては、先の実施の形態で説明した散乱スクリーン 503 とホログラム 700 を組み合わせた例について述べる。

【0261】画像を読み出すための外光 712 は概ね角度 α で入射すると、概ね角度 $-\alpha$ 方向へ向かう表面反射成分 7121 を除いて散乱スクリーンへ入射する。散乱スクリーンが入射光を散乱する散乱角度範囲は $\alpha \pm \Delta\alpha$

であるから外光は散乱され角度 $\alpha \pm \Delta \theta$ の範囲に広がって光偏向手段であるホログラムへ入射する。

【0262】ホログラムは回折機能により入射光を概ね $\beta \pm \Delta \theta$ に偏向し反射型画像表示装置2の入力光として出力する。反射型画像表示装置は外光を透過及び反射することで画像を表示するものであれば何でも良く、例えば本実施の形態においては通常の反射型液晶表示装置を用いた。反射型液晶表示装置に入力した外光は偏光板713、ガラス及びITO714、例えばカラーフィルタ715、液晶層716を通過し、背景側の基板800に設けられたミラー500で反射される。更に再度液晶層、カラーフィルタ、ガラス及びITO、偏光板を通過し画像を表示する出力光7121となる。

【0263】さてこの際、出力光は概ね角度 $\beta \pm \Delta \theta$ の範囲に分布している。ホログラムは、入射角 $\beta \pm \Delta \theta$ の入射光に対しては回折効率是十分低いので回折されずそのまま透過する。また、散乱スクリーンに対しても角度 $\beta \pm \Delta \theta$ を散乱角度範囲外とすることでそのまま透過する。従って画像は概ね角度 $\beta \pm \Delta \theta$ の範囲で観察することができる。

【0264】つまり、表面反射成分光と画像として観察される出力光とが明確に分離できることとなる。このため、従来の散乱機能をもたせたホログラムのみを設置した画像表示装置に比較してコントラストが高く、視認性の高い良好な画像を表示できる。これは、別途設けた散乱スクリーンに散乱機能を付与することで、色再現性が格段に改善されたことによる。尚、光偏向手段（本実施の形態ではホログラム）にも散乱機能を持たせることにより、色再現がよい画像を視認できる範囲をより一層広げるようにしても良い。

【0265】尚、ここで用いる散乱スクリーンは散乱異方性を有することが望ましい。すなわち外光が入射する角度近傍の入射光を散乱する一方で、反射型画像表示装置から出力される光を透過することが望ましい。なぜなら反射型画像表示装置の出力画像を散乱してしまうと、画像がぼけて視認性が悪くなるからである。

【0266】また、本実施の形態の反射型の液晶表示装置の、液晶の動作モード、カラー表示方式には依存しない。むしろモノクロ表示の反射型液晶装置を用いても良い。さらに反射型の液晶表示装置のミラーは鏡面でも散乱性を有するミラーであっても良い。

【0267】また、反射型液晶表示装置以外にも、例えば米国特許5096279号公報に開示されているような光偏向型の画像表示装置を用いても可まわない。

【0268】また、散乱スクリーン及び光偏向手段は必ずしも反射型画像表示装置の表示画像と同一の大きさ、形状である必要はない。例えば、散乱スクリーンの外形をハート型とし、ハート型で切り取った画像のみが偏向され、これにより角度 β 方向より画像を観察するとハート型の外形（輪郭）を持つ明るい映像が表示されるよ

うにしてもよい。そして、このことは光偏向手段についても同様である。更に、同一形状の微小片を複数個配列して散乱スクリーン、光偏向手段を形成してもよい。なおこれは、他の実施の形態の各回折光学素子においても同様である。

【0269】以上、本発明をその幾つかの実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は何もこれらに限定されないのは勿論である。すなわち、例えば以下のようにしてもよい。

【0270】1) 第1の発明群において、比照射物は液晶表示装置であるため、図9や図13に示す後流側の鏡の目レンズも回折素子としている。これにより、より安価な投写装置となる。図34の(a)と(b)にこれらを示す。

【0271】2) 光源が高圧水銀灯等紫外線をかなり含むものであり、このため、この紫外線が観察者に何等の悪影響を及ぼしたり比照射物を分解したり、寿命を短くしたりする恐れがある場合、図11において最上流にダイクロイックミラーとして一番最初に紫外線を真方向へ反射して排除するミラー1400を設置している。図35の(a)にこれを示す。同(b)に、図5に示す照明装置の回折光学素子の光源側前面に紫外線を吸収するガラス140を設けている場合を示す。

【0272】3) 光源の冷却のため、鏡面開口端と集光用回折素子（やこれを張り付けたガラス板）との間に空隙を設けている。図36にこれを示す。

【0273】4) 図11に示すダイクロイックミラーとして、螺旋ピッチに対応した波長の光のみを反射し、他の光は透過するコレステリック型構造の物質（液晶等）を使用している。

【0274】5) 第2の発明群において、図19等に表示する散乱につき入射角依存性を有する散乱スクリーンとホログラフィック等からなる薄膜の下流側（反光源側）にハーフミラー（半反射手段）1032を設けている。これにより、この薄膜の両側（例えば室内外）から画像を見ることが可能となる。図37にてこれを示す。またこのため、この場合には、進行方向に応じて通路を区分けする仕切りの一部（原則上部あるいは目の位置）を兼ねたスクリーンに、宣伝、広告の画像を表示し、併せて画像光により通路の照明（の一部）をなす様な使用も可能である。

【0275】なおこの際、このハーフミラーの反射光と透過光の比は、何も1対1でなく、暗い側に行く光の量が少なくなるよう、反射部に調整手段を付していても良いのは勿論である。。

【0276】6) 回折光学素子や散乱スクリーン等を支持する薄膜は、ショウウィンドウや窓等のガラスでなく、プラスチック、壁や金属薄膜等である。なお、壁や金属薄膜の場合には、更にミラーが併用されることとなる。

【0277】7) 画像の形状、回折光学素子や散乱スクリーン等は、通常のスクリーンのような四角形でなく、円形、ハート形等としている。なおこの場合、上述の説明で判るように、多少形状が複雑でも、容易に製作可能である。

【0278】同じく、必ずしも平面状でなく、比投射面の形状にあわせて、円筒上、球状、等としている。

【0279】また、小さい素子、特にレプリカを多数貼り合わせて任意の大きな形状の物を形成することも可能である。そしてこれにより、特に広い表示面や複雑な立体形状の表示面を、安価に製作できる。

【0280】8) 投写される画像の性質やこれに要求される鮮明度等の必要に応じて、より鮮明な投写画像となすべく台形補正を行っている。

【0281】9) 光の利用効率を少しでも上げるため各構成要素の薄膜に色彩に応じての反射防止膜を形成したり、内部に空気が入り込むのを防止するため真空中で接合したりしている。あるいはまた、接着剤、支持材としてのガラス板やプラスチック板の誘電率と回折光学素子の誘電率を極力同じように材料を選定している。

【0282】

【発明の効果】以上の説明で判るように、本発明においては画像投写や半導体製造等に用いられる照明装置のコストの低下や小型軽量化がなされる。

【0283】また同じく、照明装置の効率が上昇する。

【0284】また同じく、長寿化が達成される。

【0285】また同じく、投光面や画面のエネルギー密度や明度の均一性が達成される。

【0286】液晶表示装置、ショウウィンドウや地下街の通路への画像の投写装置に使用した場合特にそうであるが、色彩の再現性、明暗の判別、各機器の配置、見える画像の大きさや視野角等の面から優れた画像投写装置となる。

【0287】また同じく、ミラーやハーフミラーと組み合わせて壁面等に画像を表示するのに使用した場合にも、同様の効果が達せられる。

【0288】また、外光を利用する液晶表示装置の表示部に使用した場合、明暗の比が大きく見易い表示装置となしうる。

【0289】また、ショウウィンドウ等に使用した場合、画像が大きく鮮明なため、顧客の注意を喚起し易くなり、宣伝、広告効果も大きくなる。

【0290】次に本発明に関わる照明装置の製造の便宜の面からは、回折光学素子そのものが蝇の目レンズ等と比較して製造容易、しかも微小レンズを多数形成して大きいレンズとする等のことも可能であるため一層コストダウンとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 液晶プロジェクタの照明光学系、ICの製造用投写露光装置等に用いられる従来の照明装置の構成と

原理を示した図である。

【図2】 上記従来の照明装置の他の例である。

【図3】 上記従来の照明装置において、鏡立体角比を高くするため試みられている技術の例である。

【図4】 従来のフォログラフィックスクリーンにおいて、回折に起因する欠点の原因とこれをなくすべく試みられている技術の例であり、またその構成を示す。

【図5】 第1の発明群の第1(1-1)の実施の形態としての照明装置の構成図である。

【図6】 上記実施の形態における回折光学素子の平面図である。

【図7】 上記実施の形態における回折光学素子の回折作用発揮のための製作手順を示す図である。

【図8】 上記実施の形態における回折光学素子の機能発揮の原理を示す図である。

【図9】 本発明の第1-2の実施の形態の照明装置及び該照明装置を用いた投写型画像表示装置の構成を示す図である。

【図10】 上記実施の形態の照明装置に用いた偏光変換素子の構成を示す図である。

【図11】 本発明の第1-3の実施の形態の照明装置及び該照明装置を用いた投写型画像表示装置の構成を示す図である。

【図12】 上記実施の形態の照明装置に用いた回折光学素子の特定波長(各原色)毎の回折効率の入射角度依存性を示す図である。

【図13】 第1-4の実施の形態としての他の照明装置及び該照明装置を用いた投写型画像表示装置の構成図である。

【図14】 回折光学素子をリフレクタの鏡立体角比の向上に用いる第1-5の実施の形態の構成図である。

【図15】 照明装置の鏡立体比の向上に用いる回折光学素子の特定領域に記録する干渉稿を製作するための参照光及び物体光の照射方法を示す図である。

【図16】 上記実施の形態の照明装置での回折光学素子の機能を説明する図である。

【図17】 上記実施の形態の照明装置の他の応用(変形)例の図である。

【図18】 本発明の第1-6の実施の形態の構成図である。

【図19】 本発明の第2-1の実施の形態の機能、効果が発揮されている様子を示す図である。

【図20】 同じく、第2-2の実施の形態の機能、効果が発揮されている様子を示す図である。

【図21】 第2-3の実施の形態の構成を示す図である。

【図22】 上記実施の形態でのホログラムの製作時の干渉光等との関係を示す図である。

【図23】 上記実施の形態の効果が発揮される原理を示す図である。

【図 2 4】 上記実施の形態での散乱機能を有するホログラムスクリーンの製造方法を示す図である。

【図 2 5】 本発明の第 2 - 4 の実施の形態としての反射型ホログラムスクリーンの構成を示す図である。

【図 2 6】 上記実施の形態での散乱機能を有するホログラムスクリーンの製造方法を示す図である。

【図 2 7】 本発明の第 2 - 5 の実施の形態の原理、構成を示す図である。

【図 2 8】 従来の光制御素子 (a) と上記実施の形態の光制御素子 (b) との作用の相違を説明するための図である。

【図 2 9】 ホログラムの物体光として散乱光を用いた場合を説明するための図である。

【図 3 0】 ホログラムによる回折効率の入射波長依存性を示す図である。

【図 3 1】 ホログラムによる回折効率の入射角依存性を示す図である。

【図 3 2】 上記実施の形態でのホログラムの製作のための露光の様子を示す図である。

【図 3 3】 本発明の第 2 - 6 の実施の形態としての画像表示装置の反射部の断面を示す図である。

【図 3 4】 第 1 - 1 の実施の形態 (a) と第 1 - 4 の実施の形態 (b) の変形例を示す図である。

【図 3 5】 第 1 - 3 の実施の形態 (a) と第 1 - 5 の実施の形態 (b) の変形例を示す図である。

【図 3 6】 第 1 - 5 の実施の形態の他の変形例を示す図である。

【図 3 7】 第 2 - 1 の実施の形態の他の変形例を示す図である。

【符号の説明】

1 0 1 0 第 2 の回折光学素子

1 0 1 1 回折光学素子

1 0 1 2 回折光学素子の微小領域

1 0 1 3 回折光学素子の有効領域

1 0 1 4 回折光学素子の特定領域

1 0 2 ランプ

1 0 3 リフレクタ

1 0 3 1 楕円面鏡

1 0 3 2 半反射鏡 (ハーフミラー)

1 0 4 (第 1 の) 蠅の目レンズ

1 0 4 0 第 1 の蠅の目レンズ (中心側)

1 0 4 1 微小蠅の目レンズ

1 0 4 2 第 1 の蠅の目レンズ (外周側)

1 0 5 (第 2 の) 蠅の目レンズ

1 0 5 0 第 2 の蠅の目レンズ (中心側)

1 0 5 1 微小蠅の目レンズ

1 0 5 2 第 2 の蠅の目レンズ (外周側)

1 0 6 被照明物体

1 0 6 1 透過型液晶パネル

1 0 7 コンデンサーレンズ

1 0 8 投写レンズ

1 1 2 一旦球面鏡にて反射された光

1 1 3 球面鏡

1 2 0 偏光交換素子

1 2 1 偏光分離膜

1 2 2 P 偏光光

1 2 2 1 変換された P 偏光光

1 2 3 S 偏光光

1 2 4 反射手段

1 2 5 偏波面回転手段

1 3 0 光偏向手段

1 4 0 ダイクロイックミラー (紫外線)

1 4 1 ダイクロイックミラー (青)

1 4 2 ダイクロイックミラー (緑)

1 4 3 ダイクロイックミラー (赤)

2 0 0 ホログラム

5 0 0 反射部板 (ミラー)

5 0 1 散乱スクリーン

5 0 2 投写型画像表示手段

5 0 3 散乱スクリーン (実施の形態)

5 0 4 フレネルレンズ

5 0 6 観察者

7 0 0 ホログラフィック (ホログラムスクリーン)

7 0 1 リファレンス用ホログラム製作サンプル

7 0 1 1 ホログラム用材料

7 0 2 参照光

7 0 3 平面波

7 0 4 物体光

7 0 5 リファレンス用ホログラム

7 0 6 回折光学素子用のサンプル

7 0 7 参照光と共役な再生光

7 0 8 共役な再生物体光

7 0 9 第 2 の参照光

7 1 0 第 2 の再生光

7 1 1 投射光

7 1 2 白色外光

7 1 2 1 外光の表面反射光

7 1 2 2 外光の反射光

7 1 3 偏向板

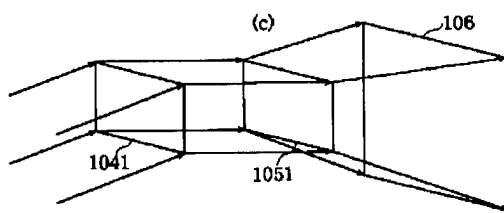
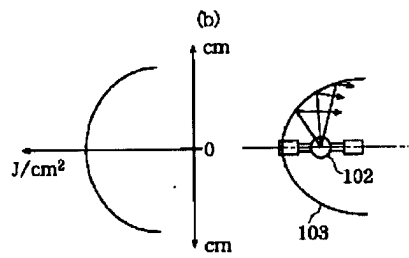
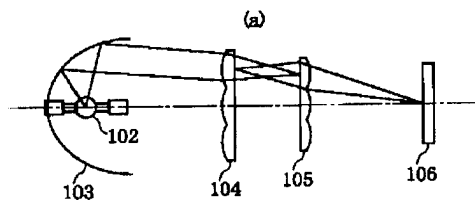
7 1 4 I T O

7 1 5 カラーフィルタ

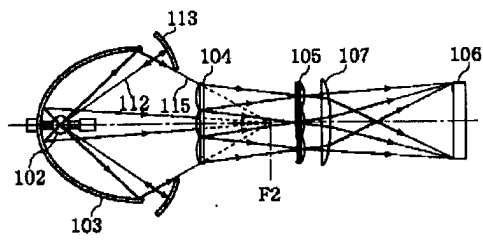
7 1 6 液晶層

8 0 0 基板

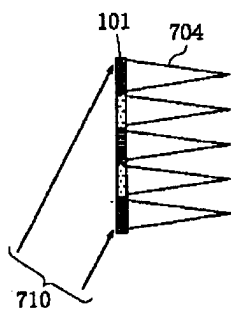
【图 1】



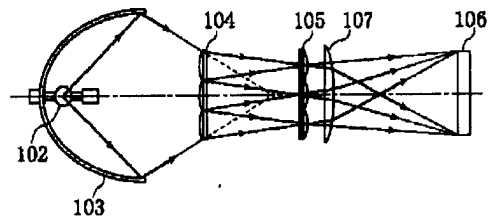
【图 3】



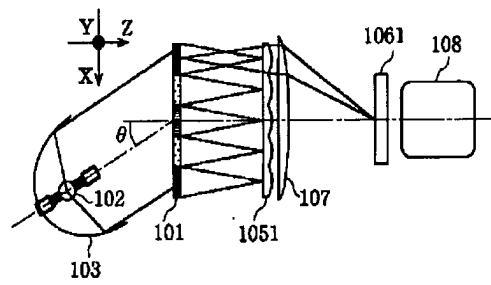
【图 8】



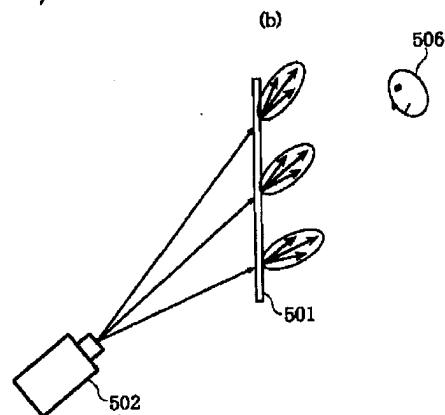
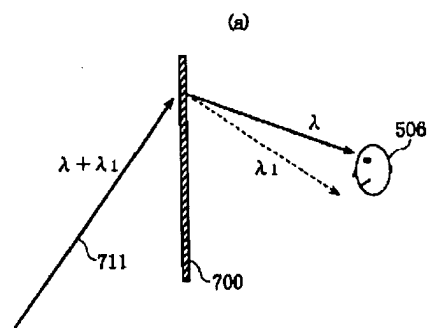
【图 2】



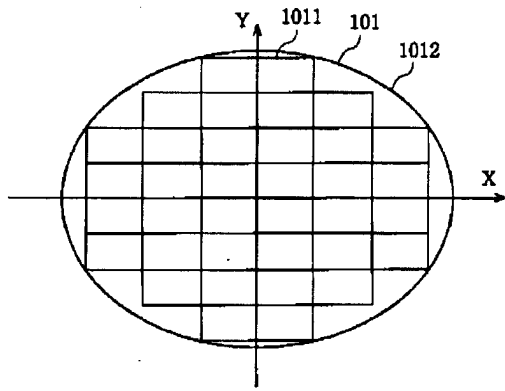
【图 5】



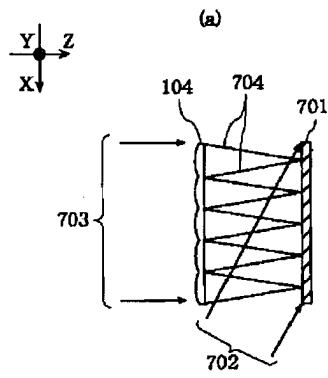
【图 4】



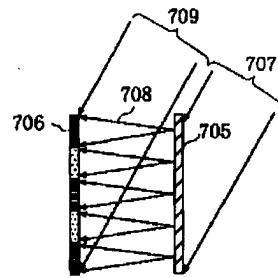
【图6】



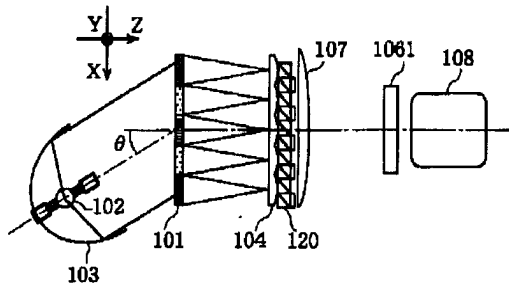
【图7】



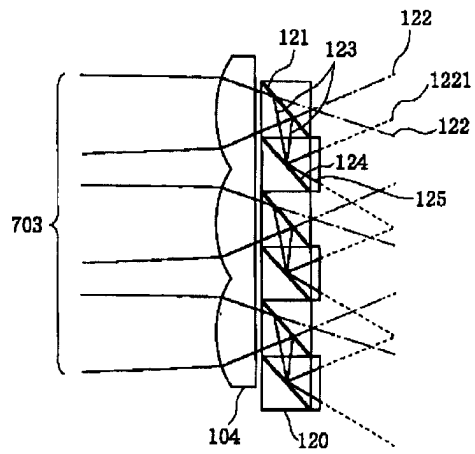
(b)



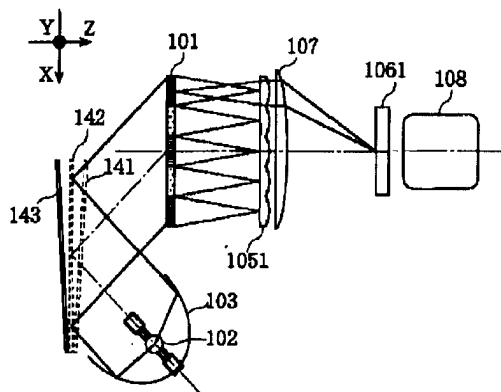
【图9】



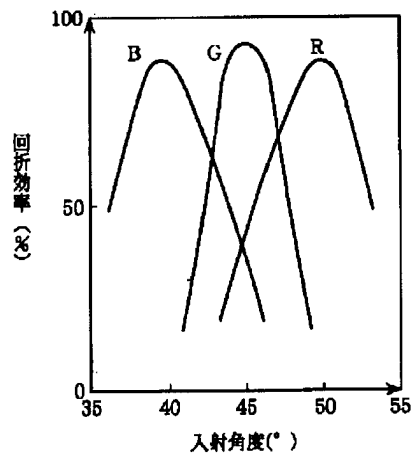
【图10】



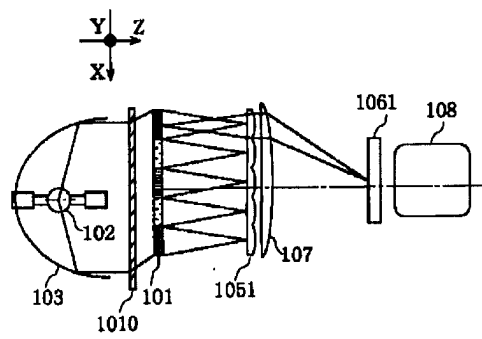
【图11】



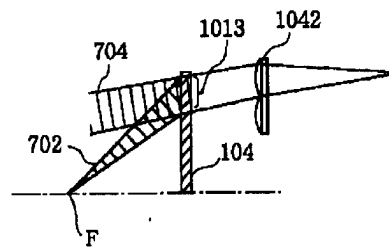
【图 12】



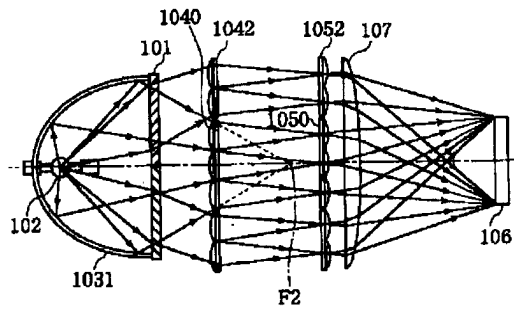
【图 13】



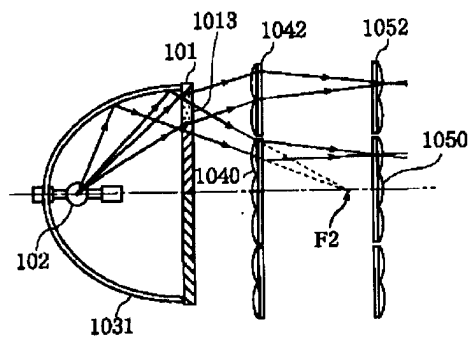
【图 15】



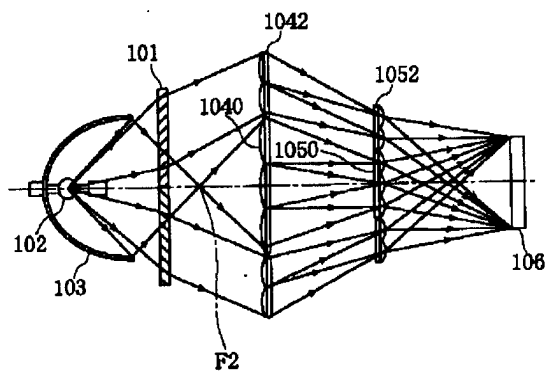
【图 14】



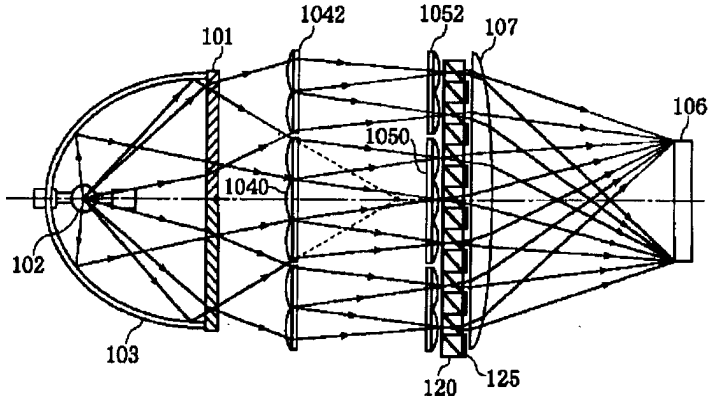
【图 16】



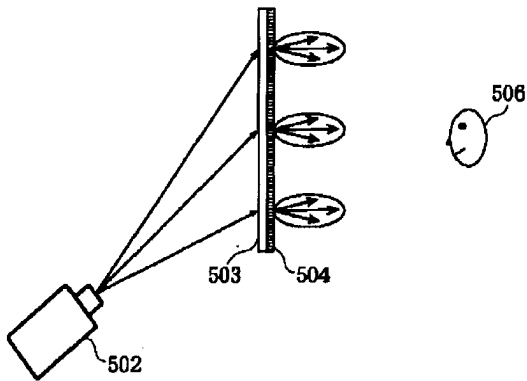
【图 17】



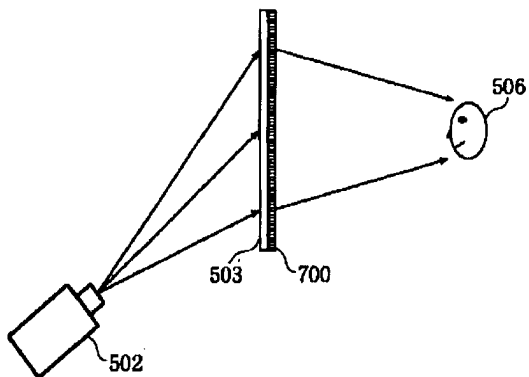
【图18】



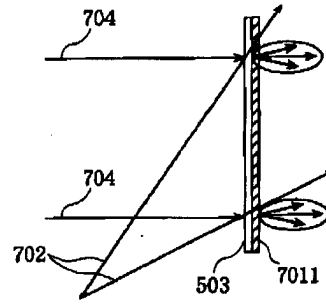
【图19】



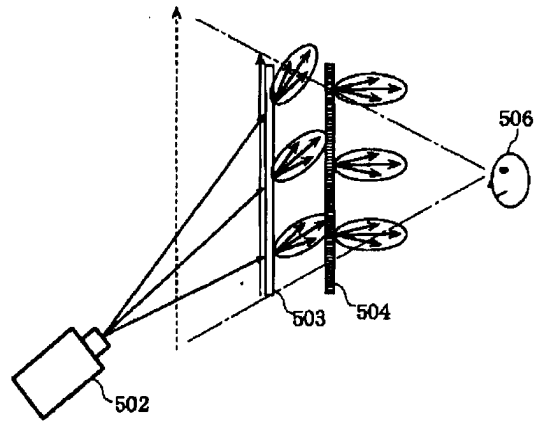
【图21】



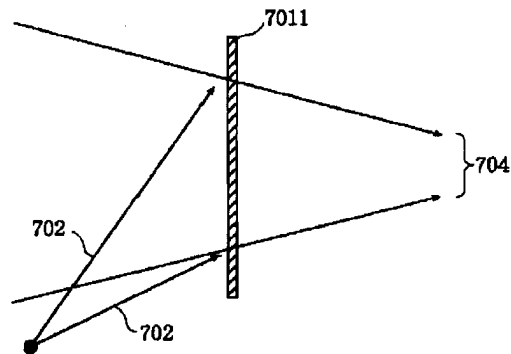
【图24】



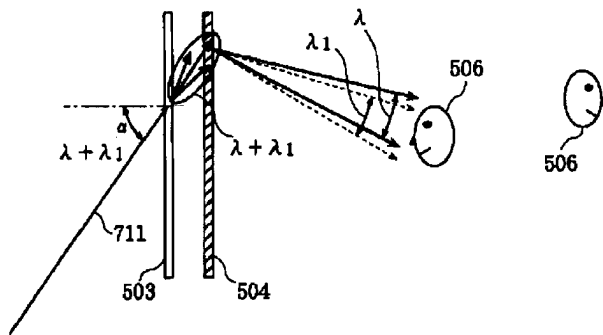
【图20】



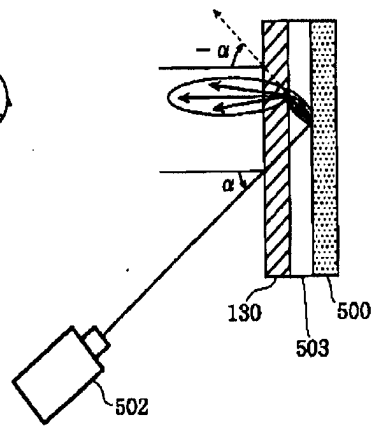
【图22】



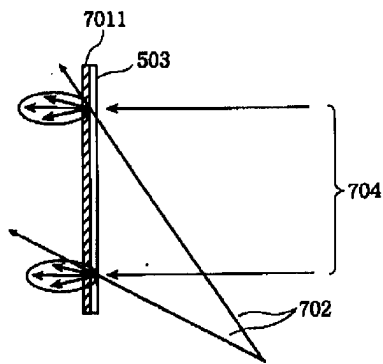
【图 23】



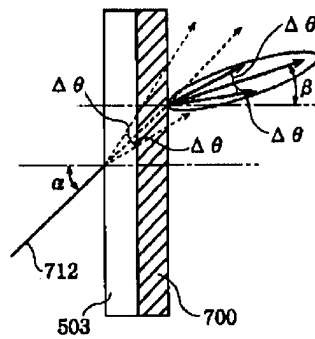
【图 25】



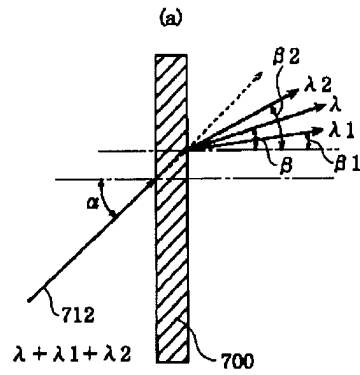
【图 26】



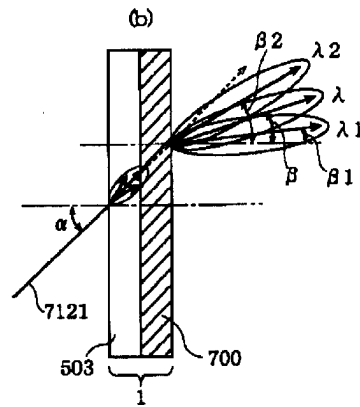
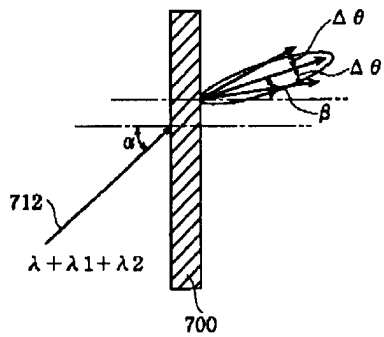
【图 27】



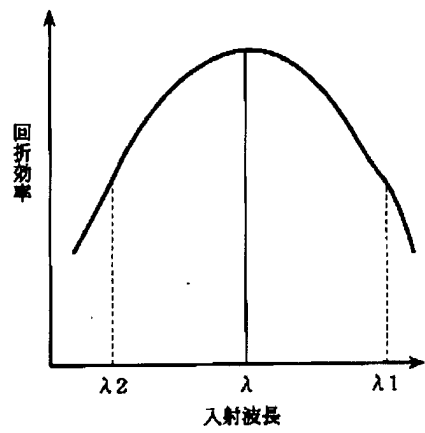
【图 28】



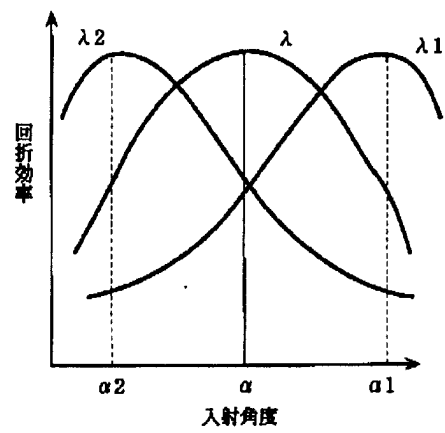
【图 29】



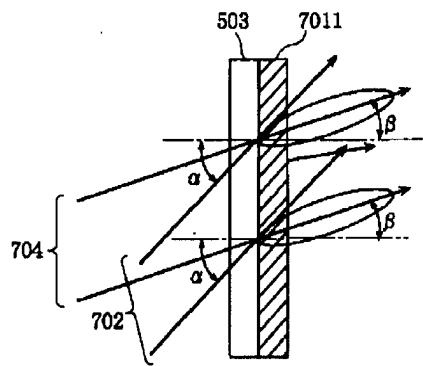
【図30】



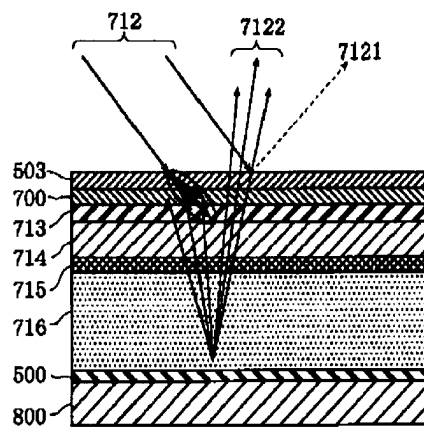
【図31】



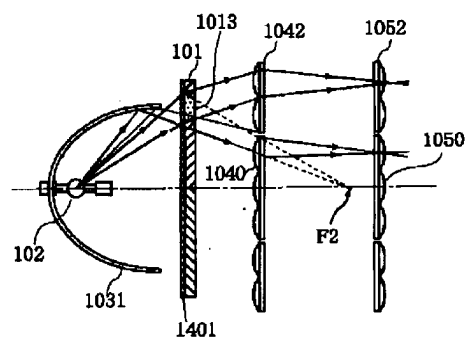
【図32】



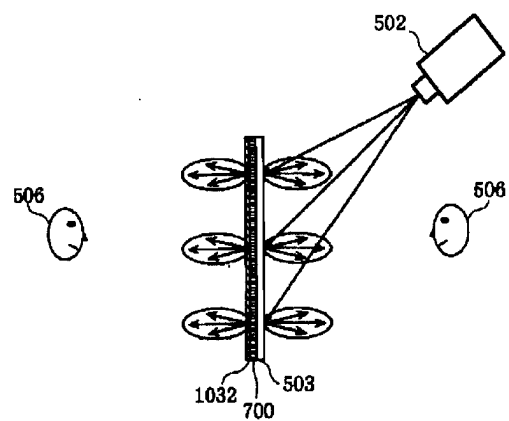
【図33】



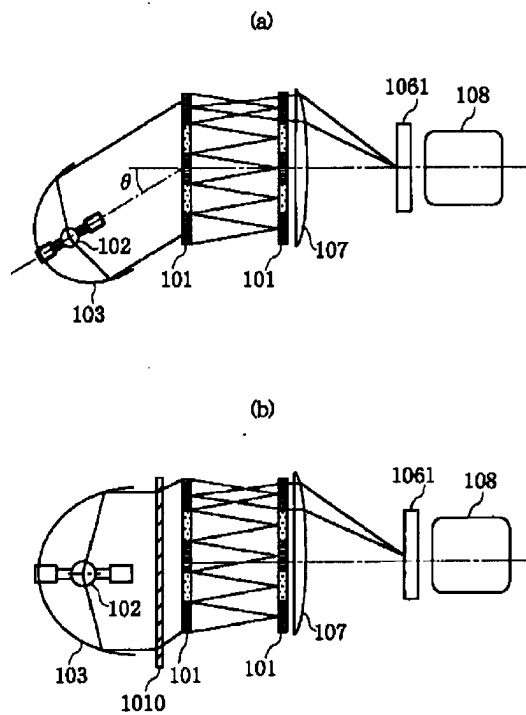
【図36】



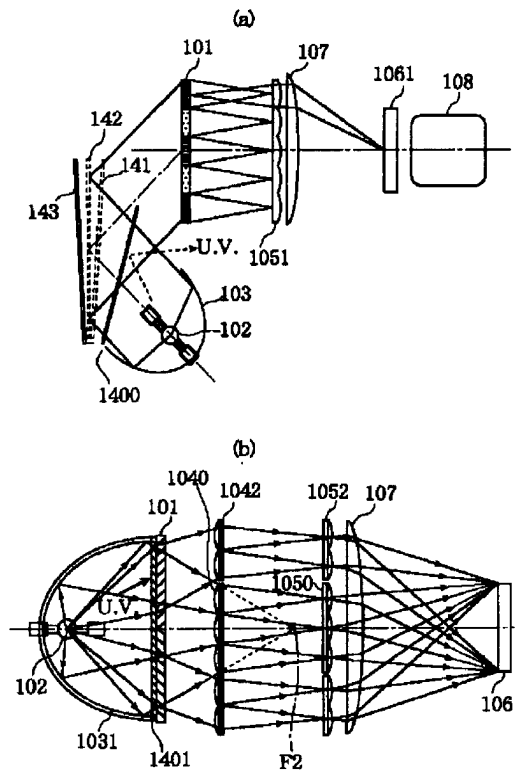
【図37】



【図34】



【図35】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号 F I
 テーマコート (参考)
 G 0 9 F 9/00 3 6 0 H 0 4 N 5/74 A 5 C 0 6 0
 H 0 4 N 5/74 9/31 C 5 G 4 3 5
 9/31 G 0 2 F 1/1335 5 3 0
 (31)優先権主張番号 特願平11 - 284392
 (32)優先日 平成11年10月5日(1999 . 10 . 5)
 (33)優先権主張国 日本 (J P)
 (31)優先権主張番号 特願平11 - 289578
 (32)優先日 平成11年10月12日(1999 . 10 . 12)
 (33)優先権主張国 日本 (J P)

F ターム(参考) 2H049 CA01 CA05 CA08 CA09 CA17

CA22 CA28

2H091 FA02X FA05Z FA08X FA19Z

FA27X FA29Z FA41Z FB02

FB07 FC10 FC23 FD06 FD21

LA12 LA15 LA18 MA07

2H099 AA12 BA09 CA02 CA17 DA09

2K008 AA10 BB04 CC01 CC03 DD13

EE01 FF17 FF27 HH19 HH27

5C058 AB06 BA06 BA31 EA01 EA12

EA13 EA26 EA32 EA51

5C060 BA04 BC01 DA04 GA02 GC02

GC06 HC01 HC04 HC07 HC08

HC20 HC25 HD01 HD02 HD05

JA11 JA13 JB06

5G435 BB17 DD06 DD07 FF05 GG04

GG06 GG28 LL15